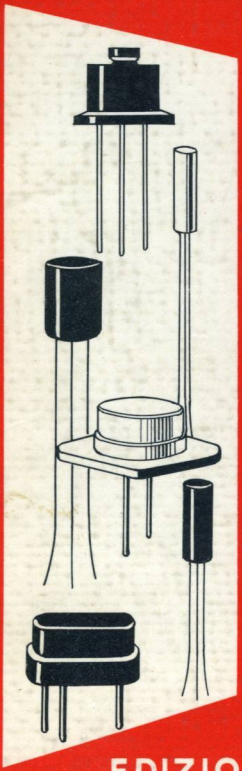
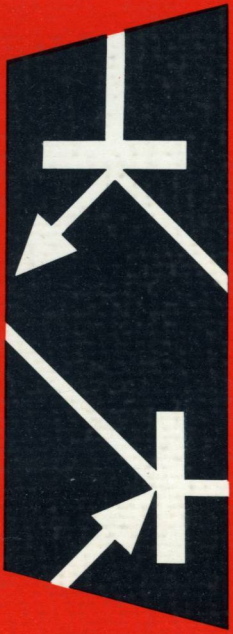
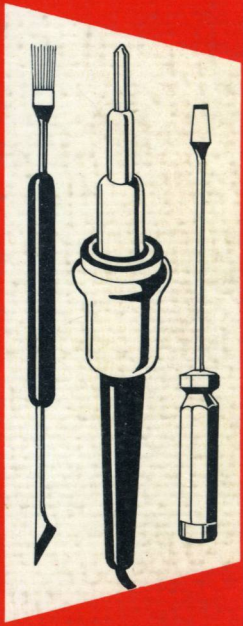
S. LIBES

LA RIPARAZIONE DEI RICEVITORI A TRANSISTORI

Traduzione del Dott.
ROMANO ROSATI







EDIZIONI C.E.L.I. BOLOGNA

S. LIBES

RIPARAZIONE
DI
RICEVITORI A TRANSISTORI

Traduzione
del Dott. ROMANO ROSATI

EDIZIONI C. E. L. I. BOLOGNA
VIA GANDINO, 1

PROPRIETA' LETTERARIA, ARTISTICA E SCIENTIFICA RISERVATA

Titolo originale:

REPAIRING TRANSISTOR RADIOS

John F. Rider Publisher, Inc. - New York (U.S.A.)

Stampato in Italia

Tipografia Pietro Babina e Figlio - Bologna

PREFAZIONE

In questi ultimi anni il transistore ha portato una grande evoluzione nell'industria elettronica e si può dire che giorno per giorno il tubo elettronico, che prima era il componente fondamentale delle apparecchiature elettroniche, viene sostituito dai transistori. Infatti con il transistore diventa possibile la realizzazione di apparati di ingombro, peso e consumo molto ridotti.

Attualmente la maggiore applicazione dei transistori avviene nei radioricevitori portatili e in tali apparati il passaggio dai tubi elettronici ai transistori si è verificato con tanta rapidità, che ancora oggi sono pochi i radioriparatori in grado di provvedere alla manutenzione e alla riparazione di tali apparecchi.

Questo libro è dedicato ai riparatori che desiderano orientare la loro attività anche alla riparazione degli apparecchi a transistori e a coloro che, avendo già acquisita una certa pratica su tali apparecchi, desiderano approfondirla.

Data la molteplicità di tipi di transitori finora costruiti, si sono riportate, alla fine del presente volume, le tabelle di intercambiabilità mediante le quali risulta facilitata la sostituzione di transistori difficilmente reperibili con altri esistenti sul mercato italiano.

Le Edizioni C.E.L.I.

INDICE

Capitolo — Pag.

PREFAZIONE V

I..... - **Il transistore** 1

La struttura atomica degli elementi 1
Gli atomi di germanio e di silicio 3
Transistori a giunzione 11
Caratteristiche dei transistori 20

II..... - **Il ricevitore a supereterodina** 27

Il principio della supereterodina 27
Ricevitori a modulazione d'ampiezza a molte gamme . . . 30
Ricevitori per FM 31

III..... - **Amplificatori ad audiofrequenza** 33

Tipi fondamentali 33
Metodi di accoppiamento 44
Controllo di volume 49
Controlli di tonalità 50
Riparazione degli amplificatori ad audiofrequenza 51

IV..... - **Amplificatori di potenza** 57

Il transistore di potenza 57
Riparazione degli amplificatori di potenza ad audiofrequenza . 67

V..... - **Amplificatori a frequenza intermedia e a radiofrequenza** . . . 75

Amplificatori a frequenza intermedia (FI) 75
Riparazione degli stadi amplificatori a FI 82
Procedura di allineamento a FI e a RF 88
Sostituzione del trasformatore a FI 91
Riparazione degli stadi amplificatori a RF 92

Capitolo Pag.

VI..... - **Oscillatori, convertitori e mescolatori** 97

Oscillatori ad onde sinusoidali 97
Oscillatori ad onde non sinusoidali 101
Circuiti convertitori 103
Circuiti oscillatore-mescolatore 105
Riparazione dei circuiti oscillatore, convertitore e mescolatore . 107

VII..... - **Rivelatori per AM e per FM. Circuiti di controllo automatico di guadagno** 119

Funzionamento 120
Guida per la riparazione dei circuiti rivelatori per FM e AM e dei circuiti di controllo automatico di guadagno 127

VIII..... - **Radioricevitori portatili** 137

Radioricevitori portatili economici 137
Ricevitori a quattro e cinque transistori 140
Ricevitori a sei, sette ed otto transistori 145
Radioricevitori giapponesi a transistori 152
Radioricevitori multigamma 156

IX..... - **Apparati radio per auto completamente a transistori e apparati ibridi** 167

Ricevitori completamente transistorizzati per auto 171
Riparazione di ricevitori totalmente transistorizzati e di ricevitori ibridi per auto 174

X..... - **Tecnica di ricerca dei guasti** 183

Controllo dei transistori 192
Misure di tensione 194
Misure di resistenza 194
Misure di corrente 194
Come si lavora con i transistori 195
Come si lavora sui circuiti stampati 197
Sostituzione dei componenti 199

XI..... - **Attrezzi e strumenti di misura** 201

Attrezzi e utensili 201
Strumenti di misura 205

APPENDICE: **Tabella di intercambiabilità dei transistori** 211

TABELLE-GUIDA PER LA RIPARAZIONE

Pag.

Stadi pilota e preamplificatori 54

Amplificatori di potenza ad audiofrequenza 72

Amplificatori a FI 85

Amplificatori a RF 94

Oscillatori, convertitori e mescolatori 111

Rivelatori per FM e AM. Circuiti CAG 131

RIPARAZIONE
DI
RICEVITORI A TRANSISTORI

CAPITOLO I

IL TRANSISTORE

Il transistore è un dispositivo che impiega i semiconduttori e che è in grado di svolgere molte delle funzioni che prima venivano svolte dai tubi elettronici. Per comprendere meglio come funziona il transistore, riprendiamo brevemente alcuni concetti fondamentali della fisica atomica.

La struttura atomica degli elementi.

Tutti gli elementi sono costituiti da atomi, che a loro volta consistono in un nucleo (carica positiva) con elettroni (carica negativa) che ruotano attorno ad esso in orbite. Sotto certi aspetti esso somiglia al nostro sistema solare.

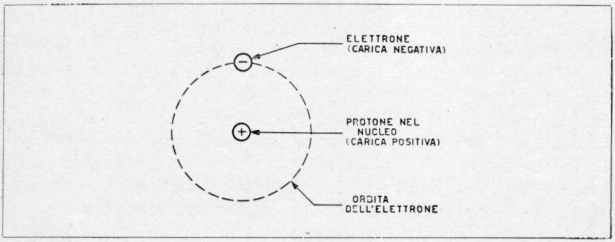


Fig. 1-1. - L'atomo di idrogeno è costituito da un unico protone nel nucleo e da un elettrone che ruota attorno ad esso. L'idrogeno è l'atomo più semplice.

L'atomo di idrogeno è il più semplice fra tutti gli atomi. Un atomo di questo elemento consiste di un unico protone nel nucleo e di un elettrone che ruota attorno al nucleo. Questo elemento è raffigurato in Fig. 1-1. Siccome l'unico protone (carico positivamente) e l'unico elettrone (carico negativamente) si equilibrano fra loro, noi diciamo che questo elemento è elettricamente *neutro*.

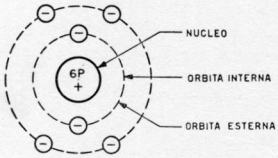


Fig. 1-2. - Struttura atomica del carbonio.

In Fig. 1-2 è rappresentato un atomo avente struttura più complessa. Questo è un atomo dell'elemento carbonio e possiede sei protoni nel nucleo, due elettroni nella sua prima orbita e quattro elettroni nella sua orbita esterna. Il carbonio è un semiconduttore poiché gli elettroni della sua orbita esterna possono essere asportati e sostituiti con altri elettroni.

Un elemento può essere conduttore, isolante e semiconduttore. È *conduttore* quell'elemento nel quale gli elettroni dell'orbita più esterna (chiamati elettroni di valenza) possono spostarsi liberamente da un atomo all'altro. Questi elettroni sono denominati *elettroni liberi*. Per esempio, l'atomo di alluminio è composto da tredici protoni nel nucleo e tredici elettroni che ruotano in orbite. L'orbita più esterna ha tre elettroni di valenza che non sono legati fortemente al nucleo e possono spostarsi facilmente da un atomo all'altro. L'alluminio è perciò un buon conduttore.

Un *isolante* è composto da atomi che hanno pochi elettroni di valenza lascamente legati, per cui a tutti i fini pratici si può dire che non si ha alcun movimento di elettroni da un atomo all'altro.

Fra questi estremi, ossia buoni conduttori e buoni isolanti, vi sono i *semiconduttori*. Questi elementi non sono nè buoni conduttori nè buoni isolanti. A questa categoria appartengono il germanio e il silicio.

Gli atomi di germanio e di silicio.

Il germanio e il silicio sono gli elementi fondamentali correntemente impiegati nella costruzione dei transistori. Il germanio è quello più usato e la sua struttura atomica è illustrata in Fig. 1-3. Nel suo nucleo vi sono 32 protoni, mentre 32 elettroni girano in differenti orbite

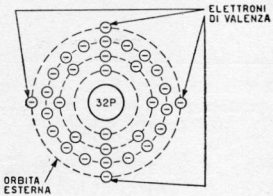


Fig. 1-3. - L'atomo di germanio è costituito da 13 protoni nel nucleo e da 13 elettroni che ruotano in orbite. Di questi, quattro elettroni ruotano nell'orbita esterna e rendono semiconduttore questo elemento.

attorno al nucleo. L'orbita più esterna contiene solo quattro elettroni di valenza. Si può supporre che alcuni di questi quattro elettroni nell'orbita di valenza possano venire facilmente asportati e che questo elemento potrebbe così agire da buon conduttore. Invece il germanio è un pessimo conduttore, anzi esso è un isolante.

Quando gli atomi di germanio sono disposti in una struttura cristallina a traliccio, gli elettroni di valenza dell'orbita esterna di ciascun atomo di germanio si dispongono con legami covalenti (Fig. 1-4) rispetto agli altri atomi circostanti. Avviene allora che l'anello esterno di ogni atomo di germanio contiene otto elettroni ed è quindi completo. La ragione di ciò è che gli elettroni dell'orbita esterna sono le-

gati con legami di covalenza con gli atomi adiacenti. Non si ha perciò alcun elettrone libero e il cristallo di germanio puro si comporta da buon isolante.

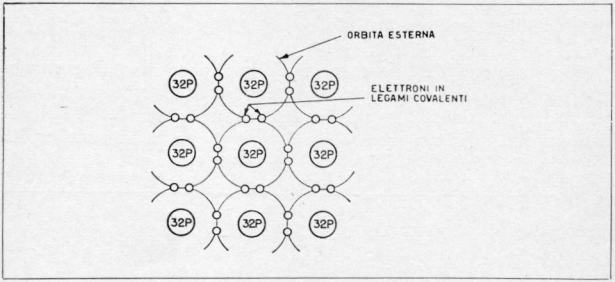


Fig. 1-4. - Il cristallo di germanio è costituito da atomi con legami di covalenza. Per questa ragione esso è non conduttore.

Come si rende semiconduttore il germanio.

Il germanio può essere reso semiconduttore in tre modi diversi: aggiungendo piccole quantità di impurità, applicando energia termica, applicando energia luminosa. Ognuna di queste cause aumenta il numero di elettroni liberi.

Se si aggiunge nel germanio puro un elettrone libero senza distruggere la struttura cristallina, l'elettrone si muoverà liberamente come se fosse nel vuoto. Nella struttura cristallina del germanio è possibile immettere atomi di elementi diversi dal germanio. Queste sostanze vengono chiamate *impurità*.

Due gruppi di impurità presentano l'importante caratteristica di poter aggregarsi alla struttura a traliccio del germanio: un gruppo di esse è chiamato *donatori* e possiede cinque elettroni di valenza nella sua orbita esterna incompleta; l'altro gruppo è chiamato *accettori* e possiede tre elettroni di valenza nella sua orbita esterna incompleta. I materiali donatori sono frequentemente denominati *pentavalenti* e consistono di sostanze quali l'arsenico, il fosforo e l'antimonio. I materiali accettori sono frequentemente denominati *trivalenti* e consistono

di sostanze quali l'alluminio, il gallio e l'indio. La quantità di impurità aggiunta al germanio ne determina la conduttività. Se il rapporto di impurità aggiunta è dell'ordine di 1 atomo di impurità su 100.000.000 di atomi di germanio, la conduttività aumenta di 16 volte. Questo grado di impurità è accettabile nella costruzione dei transistori.

Se il rapporto di impurità fosse, per esempio, di 1 atomo di impurità per 10.000.000 di atomi di germanio, la conduttività aumenterebbe di 160 volte. Questo grado di impurità è eccessivo e non può essere impiegato nella costruzione dei transistori.

Il germanio tipo n

Quando al germanio viene aggiunta una piccola quantità di impurità donatrice (per esempio arsenico), l'atomo di impurità tende ad al-

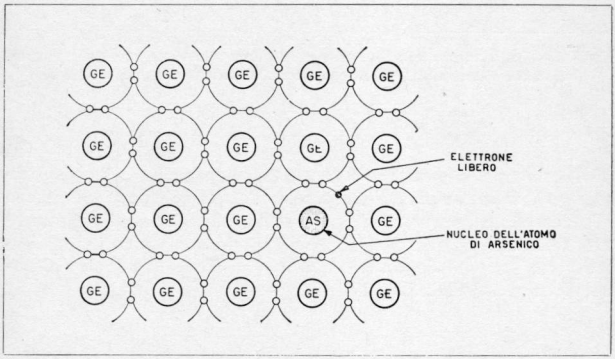


Fig. 1-5. - Quando un atomo di germanio viene sostituito da un atomo di arsenico, rimane un elettrone libero. Questo è il germanio del tipo *n*.

linearsi con legami di covalenza con gli atomi di germanio circostanti. (Fig. 1-5). In questo caso, quattro degli elettroni di valenza dell'atomo di arsenico stabiliscono legami covalenti con gli atomi di germanio

adiacenti. Invece, il quinto elettrone non ha atomi di germanio adiacenti con i quali stabilire legami covalenti, per cui rimane libero di spostarsi.

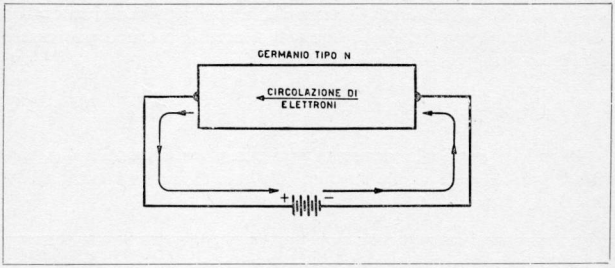


Fig. 1-6. - La conduzione nel germanio del tipo *n* avviene mediante circolazione di elettroni dal polo negativo della batteria al polo positivo.

Questo tipo di germanio è denominato germanio *n*. Esso è donatore per il fatto che possiede un eccesso di elettroni che sono in grado di muoversi liberamente. Se si inserisse una batteria ai capi della struttura cristallina a traliccio, (Fig. 1-6) gli elettroni verrebbero orientati verso il terminale positivo e entrerebbero nel materiale dal terminale negativo della batteria.

Il germanio tipo p

La Fig. 1-7 illustra un cristallo di germanio nel quale uno degli atomi di germanio è stato sostituito con una impurità di materiale accettore. In questo caso, l'impurità è indio, il quale possiede tre elettroni di valenza nella sua orbita esterna. I tre elettroni di valenza si allineano in legami covalenti con gli atomi di germanio circostanti. Ne risulta una condizione di lacuna (o assenza) di elettrone, denomi-

nata appunto « lacuna ». L'atomo di indio cattura un elettrone ad un atomo di germanio adiacente. La lacuna può così cambiare di posizione, o muoversi. Come dimostrano gli esperimenti, questa lacuna

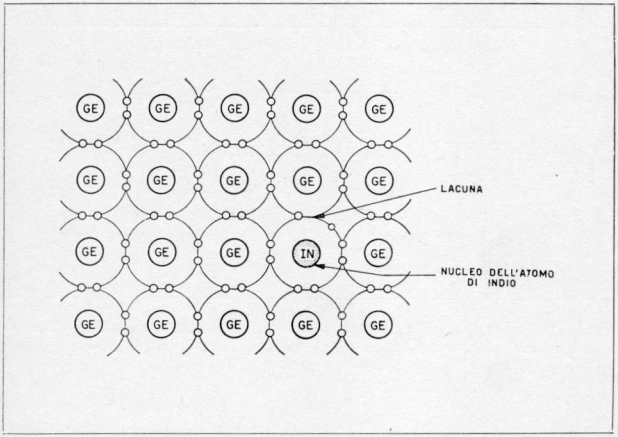


Fig. 1-7. - L'aggiunta dell'atomo di indio nella struttura del germanio crea una lacuna (deficienza di elettroni). Questo è il germanio del tipo *p*.

può muoversi internamente al cristallo allo stesso modo con cui un elettrone libero si muove internamente al cristallo.

Dunque, si possono definire le lacune come un gruppo incompleto di elettroni covalenti, aventi le proprietà di un elettrone, ma dotati di carica positiva.

Quando un atomo di germanio della struttura cristallina viene sostituito da un atomo di impurità accettatrice, si dice che il germanio è del tipo *p*. Esso, mancando di elettroni, costituisce un accettore e quindi cattura elettroni dal cristallo di germanio e la conduzione attraverso tale materiale avviene per cariche positive.

Se si collegasse una batteria ai capi della struttura cristallina, come in Fig. 1-8, le lacune si orienterebbero verso il polo negativo della batteria. Quando esse giungono vicino al terminale negativo della batteria un elettrone lascia il terminale negativo e penetra nella strut-

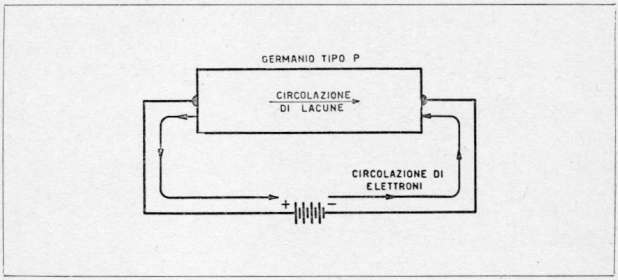


Fig. 1-8. - La conduzione nel germanio del tipo *p* avviene mediante movimento di lacune dal polo positivo della batteria al polo negativo.

tura cristallina neutralizzando la lacuna. Nello stesso istante, si rompe un legame di covalenza in vicinanza del polo positivo della batteria e un elettrone penetra nella batteria, lasciando una lacuna nel cristallo. La nuova lacuna si orienta attraverso il cristallo, verso il terminale negativo della batteria, e così via. Quindi, esiste nella struttura cristallina una conduzione per lacune, mentre la circolazione di elettroni avviene nella direzione indicata.

La giunzione p-n (Diodo)

Supponiamo di avere, affacciati ed in intimo contatto fra loro, un blocchetto di germanio del tipo *p* e un blocchetto del tipo *n*, costituenti una giunzione *p-n* (Fig. 1-9). La prima cosa che avviene è che gli elettroni della regione *n* si muovono verso la regione *p*, e viceversa, e gli elettroni e le lacune che si ricombinano fra loro nella giunzione *A-B*.

Dato il modo con cui questi atomi sono situati internamente al materiale di germanio, si verifica un fenomeno per cui le lacune si vengono a concentrare verso sinistra, lontano dalla giunzione *A-B*. A loro volta, gli elettroni si concentrano verso destra.

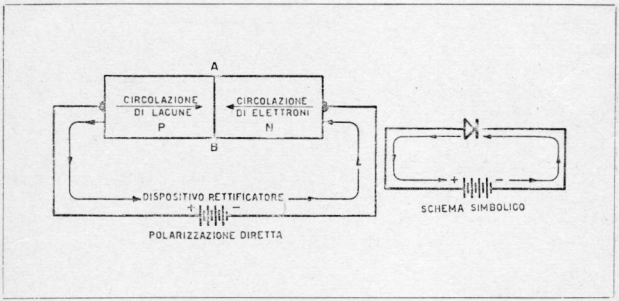


Fig. 1-9. - La conduzione in una giunzione *p-n* avviene in una sola direzione (rettificazione) per movimento di lacune nel materiale tipo *p* e di elettroni nel materiale tipo *n*. Il diodo è polarizzato in maniera diretta.

Questa azione avviene come se una batteria immaginaria [indicata tratteggiata in Fig. 1-10 (A)], fosse collegata alla giunzione, in modo che il polo negativo attragga le lacune e il positivo attragga gli elettroni. Questa batteria immaginaria esistente fra le giunzioni *A* e *B* è denominata « collina di potenziale ». Se venisse inserita una batteria esterna [Fig. 1-10 (B)] essa aumenterebbe la collina di potenziale attraendo le lacune e gli elettroni in modo da allontanarli ulteriormente dalla giunzione *A-B*. In questo caso si dice che la giunzione è *polarizzata inversamente*.

Prendendo gli stessi blocchetti di germanio *p* e *n* e invertendo la batteria, si ha come risultato un semplice dispositivo rettificatore. Ora il potenziale positivo della batteria respinge le lacune della regione *p* verso la giunzione *A-B*. Il potenziale negativo della batteria respinge gli elettroni della regione *n* verso la giunzione *A-B*.

Nella giunzione *A-B* si ricombinano elettroni e lacune. Per ogni ricombinazione di elettroni e lacune in *A* e *B*, la batteria immette un elettrone. Questo elettrone entra nella regione *n* a destra, dove la batteria è collegata al germanio *n*. Nello stesso tempo, in vicinanza del col-

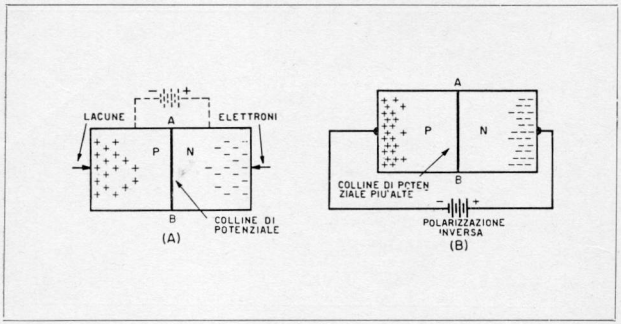


Fig. 1-10. - Se si inverte la batteria, aumenta la collina di potenziale e cessa la conduzione. Questo diodo è polarizzato in maniera inversa.

legamento del terminale positivo della batteria con il materiale *p*, si rompe un legame covalente e un elettrone penetra nel terminale positivo della batteria, creando un'altra lacuna. Questa lacuna a sua volta si sposta verso la giunzione *A-B* e si ricombina con un altro elettrone. Il processo si ripete continuamente.

Dunque in questo sistema le lacune si spostano dalla parte sinistra del materiale *p* verso la giunzione *A-B* e gli elettroni dalla regione di materiale *n* vanno anch'essi verso la giunzione *A-B*. Con questo sistema di circolazione di lacune, di elettroni e di eventuale ricombinazione di elettroni e lacune, la corrente circola nel circuito esterno, alla maniera indicata in Fig. 1-9. La batteria inserita a questo modo si dice che fornisce una *polarizzazione diretta*. Mediante l'applicazione di una batteria alla maniera indicata, le colline di potenziale risultano sensibilmente ridotte.

Transistori a giunzione

I transistori a giunzione sono il risultato di combinazioni di germanio *n* e *p*. Un transistore a giunzione *n-p-n* consiste di un blocchetto

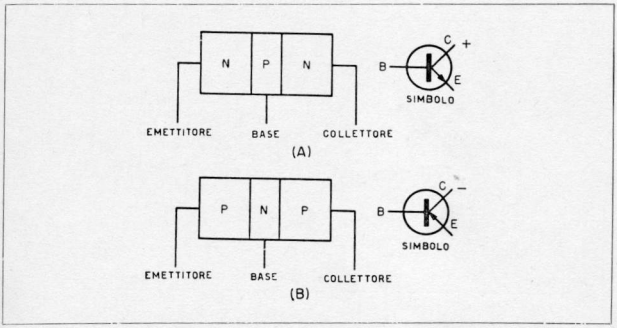


Fig. 1-11. - (A) Il transistore a giunzione *n-p-n* è costituito da uno strato di materiale *p* posto fra due strati di materiale *n*. A destra è rappresentato il simbolo del transistore *n-p-n*.
(B) Il transistore a giunzione *p-n-p* è costituito da uno strato di materiale *n* posto fra due strati di materiale *p*. A destra è rappresentato il simbolo del transistore *p-n-p*.

di germanio *p* posto in mezzo fra due blocchetti di materiale del tipo *n* [Fig. 1-11 (A)]. Un transistore a giunzione *p-n-p* consiste di un blocchetto di germanio *n* posto in mezzo fra due blocchetti di materiale del tipo *p* [Fig. 1-11 (B)].

Simboli del transistore

I simboli e i collegamenti più frequentemente usati per i transistori a giunzione sono illustrati in Fig. 1-11. Gli elettrodi di un transistore possono essere paragonati con un semplice circuito a triodo a vuoto.

Il collettore *C* è l'equivalente della placca, la base *B* è l'equivalente della griglia e l'emettitore *E* è l'equivalente del catodo.

La freccia nel simbolo del transistore serve a determinare la direzione con cui circola la corrente. Essa indica quindi se un transistore è del tipo *n-p-n* oppure *p-n-p*. La freccia può essere considerata come una di quelle frecce che indicano il vento: essa si orienta nella dire-

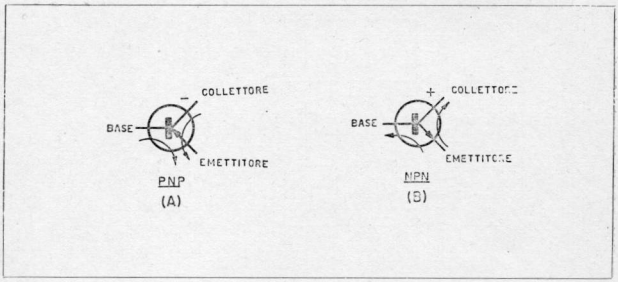


Fig. 1-12. - (A) In un transistore *p-n-p* la conduzione avviene dalla base all'emettitore e dal collettore all'emettitore.
(B) In un transistore *n-p-n* la conduzione avviene dall'emettitore alla base e dall'emettitore al collettore. La freccia disegnata sull'elettrodo dell'emettitore è in direzione opposta a quella di circolazione degli elettroni.

zione dalla quale proviene il vento. Lo stesso significato ha la freccia del simbolo dei transistori: essa è orientata nella direzione dalla quale provengono gli elettroni.

I transistori *p - n - p* e *n - p - n* sono uguali, eccetto che presentano direzioni di conduzione opposte.

Una regola mnemonica per determinare la corretta polarità della tensione del collettore dei transistori consiste nel determinare anzitutto se il transistore è del tipo *p-n-p* oppure *n-p-n*. La lettera centrale (Fig. 1-12) indica la polarità della tensione alla quale va collegato il collettore. Ad esempio, per un transistore *n-p-n* il collettore verrà polarizzato positivamente (*p*); per un transistore *p-n-p* va polarizzato negativamente (*n*).

Funzionamento del transistore n-p-n

Nella Fig. 1-13 sono indicate le polarità corrette per la alimentazione di un transistore *n-p-n*. L'emettitore, essendo di germanio *n*, ha un eccesso di elettroni e quindi l'emettitore va polarizzato negativamente rispetto alla base, in modo da spingere gli elettroni nella regione

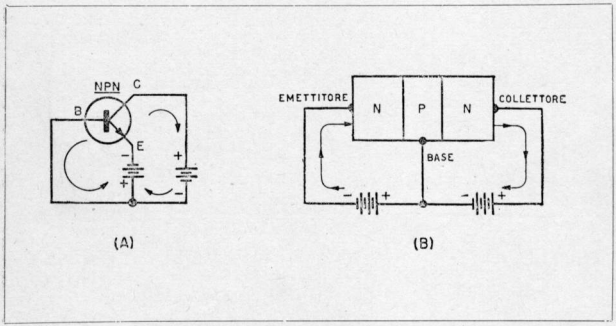


Fig. 1-13. - In figura sono indicate le polarizzazioni del transistore *n-p-n* le quali provocano la circolazione di corrente nel senso indicato dalle frecce.

della base. La polarizzazione emettitore-base è diretta, in modo da ridurre la collina di potenziale.

La base di germanio *p* sarà molto sottile in modo che la maggior parte degli elettroni possano attraversarla per affluire al materiale *n* del circuito del collettore, che è ad un forte potenziale positivo.

Circa il 5% degli elettroni che passano attraverso il germanio *p* della base, si ricombinano con le lacune.

La polarizzazione del collettore rispetto alla base è inversa. A questo modo viene aumentata la collina di potenziale fra base e collettore.

Gli elettroni circolano nella direzione indicata in Fig. 1-13.

Funzionamento del transistore p-n-p

In Fig. 1-14 sono indicate le polarità corrette per un transistore a giunzione *p-n-p*. In questo caso l'emettitore è costituito da germanio del tipo *p* e contiene lacune (ossia è mancante di elettroni). Per respingere le lacune nella regione della base, fra emettitore e base bisogna applicare una certa polarizzazione diretta. Pertanto l'emettitore andrà collegato ad una tensione positiva, ossia la sua polarizzazione è opposta a quella di un transistore *n-p-n*.

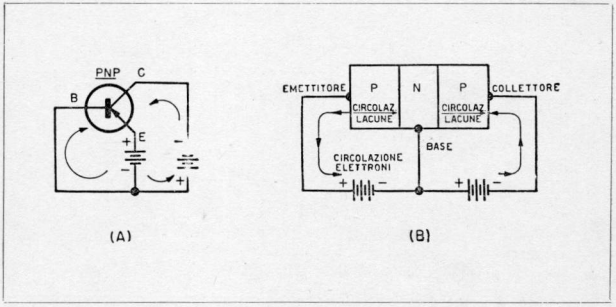


Fig. 1-14. - Polarizzazione di un transistore *p-n-p* e relative circolazioni di corrente.

Le lacune vengono spinte verso la regione della base, dove si combinano in parte (circa il 5%) con gli elettroni. Le rimanenti lacune vanno verso il materiale *p* del collettore, al quale viene applicato un forte potenziale negativo fornito da una batteria. Quando una lacuna raggiunge la regione in cui è effettuata la connessione fra batteria e collettore, un elettrone lascia la batteria per neutralizzare la lacuna. Nello stesso istante si rompe un gruppo covalente, adiacente alla connessione fra il polo positivo della batteria e il materiale *p* dell'emettitore, e prende origine un elettrone che passando per il collegamento che va alla batteria, circola internamente alla batteria stessa.

Questa nuova lacuna così formatasi viene spinta verso la regione

della base. In questa regione essa può venire neutralizzata da un elettrone oppure, con molto maggiore probabilità, la attraversa per giungere alla regione del collettore, e infine al collegamento della batteria, provocando l'emissione di un altro elettrone dalla batteria.

Anche il collettore del transistore *p-n-p* è polarizzato all'opposto del collettore del transistore *n-p-n*. Affinchè il collettore sia polarizzato inversamente rispetto alla base, esso deve essere negativo. Pertanto, per aversi la circolazione di elettroni nel circuito esterno (vedi Fig. 1-14) occorre che internamente al transistore si abbia una circolazione di lacune, come indicato in figura.

Amplificazione di un transistore a giunzione.

Il guadagno di corrente (o alfa) di un transistore a giunzione viene determinato con la formula $\alpha = I_c/I_e$; in cui I_c è la corrente di collettore e I_e è la corrente di emettitore.

Come si è detto precedentemente, tanto nel transistore a giunzione *n-p-n* come in quello *p-n-p*, circa il 5% della corrente disponibile viene perduto a causa della ricombinazione di elettroni e di lacune nella regione della base. Pertanto, la corrente di emettitore sarà sempre maggiore della corrente di collettore. L'α o guadagno di corrente di un transistore a giunzione non può mai raggiungere il valore uno e quindi sarà sempre minore di uno.

Supponiamo che nel circuito dell'emettitore circoli una corrente di 1 mA e che il 5% di questa corrente venga perduta nella regione della base per effetto della ricombinazione di elettroni e di lacune. La corrente di collettore sarà allora di 0,95 mA. In base alla formula I_c/I_e si trova che il rapporto fra la corrente di collettore I_c (0,95 mA) e la corrente di emettitore I_e (1 mA) è di 0,95 e perciò il guadagno di corrente (α) è di 0,95.

Quindi, se si considera solo il guadagno di corrente, l'inserzione del transistore porta ad una corrente di uscita minore di quella di entrata e ciò potrebbe condurre a prima vista alla conclusione che l'inserzione del transistore non porta ad alcun vantaggio. Questa conclusione invece è erronea per le seguenti considerazioni.

Il tubo elettronico generalmente ha una alta resistenza di entrata e una bassa resistenza di uscita. Nel transistore avviene invece *esattamente l'opposto*. Di solito il transistore ha una resistenza di entrata bassa (dell'ordine di 500 ohm) e una resistenza di uscita alta (dell'ordi-

ne di 1 megaohm). *Il guadagno di resistenza* è il rapporto fra resistenza di uscita e resistenza di entrata, che per i valori suddetti risulta di circa 2000. (1 MΩ : 500 Ω).

Conoscendo il guadagno di corrente e il guadagno di resistenza, si può calcolare il guadagno di tensione. Siccome il guadagno di tensione è uguale al guadagno di corrente moltiplicato per il guadagno di resistenza, si ha che per il transistore suddetto il guadagno di tensione risulta di $0{,}95 \times 2000 = 1900$.

Conoscendo il guadagno di tensione e il guadagno di corrente possiamo calcolare il guadagno di potenza. Il guadagno di potenza può anche essere calcolato in base al guadagno di corrente e al guadagno di resistenza, moltiplicando il quadrato del guadagno di corrente per il guadagno di resistenza. Si ha allora che il guadagno di potenza è $0{,}95^2 \times 2000 = 1805$.

Nella Fig. 1-15 è illustrato un semplice amplificatore a transistore impiegante un transistore a giunzione *n-p-n* con circuito ad emettitore comune. La polarizzazione dell'emettitore di circa 1 Volt viene ottenuta con il resistore di emettitore (1000 Ω) per effetto della corrente di emettitore. La polarizzazione della base viene ottenuta mediante il partitore di tensione inserito sulla batteria (1000 Ω e 4000 Ω) e sviluppa circa 2 V.

La giunzione emettitore - base deve essere polarizzata in senso diretto. Siccome l'emettitore è di materiale *n* e la base è di materiale *p*, l'emettitore risulta ad 1 V negativo rispetto alla base.

La giunzione collettore - base deve essere polarizzata in senso inverso. Siccome il collettore è di materiale *n*, il polo positivo della batteria andrà collegato al collettore attraverso la resistenza di carico.

Supponiamo ora di applicare fra emettitore e base un segnale sinusoidale di 1 V picco-picco. Se l'onda sinusoidale venisse fermata sul punto del suo ciclo corrispondente al picco positivo [Fig. 1-15 (A)] la tensione istantanea fra emettitore e base risulterebbe aumentata. In questo caso l'aumento della polarizzazione diretta fra emettitore e base risulterebbe di 0,5 V. Ciò significa che l'emettitore assume un potenziale di 1,5 V negativo rispetto alla base. Fra emettitore e collettore circolerà allora una maggiore corrente, la quale sviluppa una maggiore caduta di tensione sulla resistenza di carico del circuito del collettore e quindi si ha una tensione negativa sul collettore [Fig. 1-15 (E)].

Nella Fig. 1-15 (B) la tensione fra emettitore e base è tornata alle condizioni statiche, per le quali cioè la polarizzazione fra emettitore

e base risulta quella dovuta alla corrente dell'emettitore e alla tensione sul partitore di tensione collegato alla batteria. La polarizzazione fra emettitore e base risulta perciò di 1 V. Sulla resistenza di carico del collettore si è quindi formato un semiciclo di tensione, rivolto verso il campo negativo come illustrato in Fig. 1-15 (F).

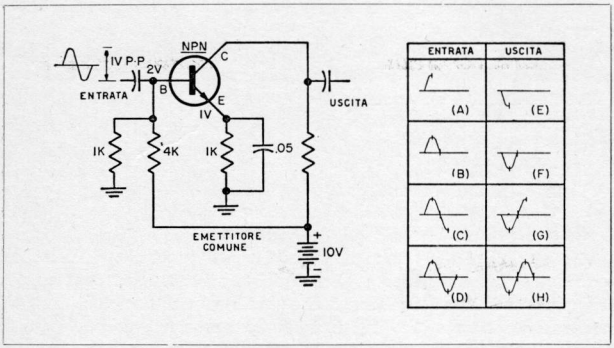


Fig. 1-15. - Segnali alternativi di entrata e di uscita in un circuito *n-p-n* ad emettitore comune.

Se la tensione dovuta al segnale sinusoidale di entrata viene formata come indicato in Fig. 1-15 (C), la polarizzazione fra emettitore e base risulta di 0,5 V, ossia l'emettitore risulta negativo di soli 0,5 V rispetto alla base. Si ha allora minore corrente diretta e quindi minore corrente che circola fra emettitore e collettore. Allora sul resistore di carico del collettore si ha minore caduta di tensione e quindi la tensione istantanea sul collettore è più positiva [Fig. 1-15 (G)].

Nella Fig. 1-15 (D) la tensione di entrata è nuovamente zero. Si hanno allora le condizioni di polarizzazione statiche e la tensione di collettore ha compiuto un ciclo come in Fig. 1-15 (H).

Riepilogando, l'applicazione di una tensione sinusoidale fra emet-

titore e base porta a successivi aumenti e diminuzioni della polarizzazione diretta esistente fra emettitore e base. Pertanto sulla resistenza di carico del collettore si viene a formare una riproduzione della tensione di entrata, con fase invertita di 180°.

Caratteristiche dei transistori

I costruttori dei transistori forniscono, per ogni tipo di transistore costruito, le necessarie informazioni meccaniche ed elettriche (note con il nome di *caratteristiche*). Illustriamo qui di seguito alcune di queste informazioni o caratteristiche, relative ad un transistore (RCA tipo 2N109 a giunzione).

Le categorie secondo cui vengono elencate le caratteristiche dei transistori sono di solito le seguenti:

(1) dati generali
(2) caratteristiche massime
(3) caratteristiche tipiche di funzionamento
(4) curve caratteristiche.

Nella Fig. 1-16 (A) sono illustrati i « dati generali ». La sezione « caratteristiche massime » contiene quei valori di tensione, corrente e temperatura che non debbono mai essere superati durante il funzionamento del transistore. Tali valori sono importanti non solo per i tecnici progettisti, ma anche per i riparatori. Nella Fig. 1-16 (B) sono riportate le caratteristiche massime relative al transistore RCA 2N109.

Le *tensioni* generalmente sono riferite rispetto alla base e i valori sono espressi in *volt*.

Le *correnti* sono espresse in *milliampere* oppure in *microampere* e i valori di *dissipazione di potenza* sono in *watt* o in *milliwatt*.

Le « caratteristiche tipiche di funzionamento » servono come guida per il progettista durante il progetto dell'apparato oppure per il riparatore che esegue la riparazione.

I dati che riportiamo fra poco si riferiscono al transistore RCA 2N109. Questo transistore viene usato prevalentemente come amplificatore in classe B e le caratteristiche di funzionamento sono riportate in Fig. 1-16 (C).

Come parte dei dati caratteristici dei transistori vengono riportate anche le « curve caratteristiche ». Queste curve sono analoghe a quelle relative ai tubi elettronici e servono allo stesso scopo. Nelle Figg. 1-16 (D) e 1-16 (E) sono riportate due curve tipiche.

Effetti della temperatura.

Tutti i semiconduttori sono soggetti a limitazioni di temperatura. In un transistore al germanio correttamente costruito, la massima temperatura ammissibile è di 85 °C. Nella maggior parte delle applicazioni, raramente la temperatura supera i 65 °C e quindi esiste un sufficiente margine di sicurezza.

In applicazioni speciali, come ad esempio nelle apparecchiature militari, occorre che gli apparecchi possano funzionare entro campi di temperatura piuttosto ampi. In tali apparati si preferirà allora adottare transistori al silicio, i quali possono funzionare fino a temperature nell'ordine dei 150 °C senza danneggiarsi.

Frequenza di interdizione.

La frequenza limite di funzionamento di un transistore dipende dal tempo occorrente (*tempo di transito*) agli elettroni o alle lacune per andare dall'emettitore al collettore. Rendendo molto sottile la base risulterà ridotto il tempo di transito e quindi si possono ottenere frequenze di interdizione più alte. È questo l'indirizzo cui si orientano principalmente le ricerche dei costruttori di transistori, per ottenere frequenze di funzionamento sempre più alte.

Per ottenere con un transistore prestazioni corrispondenti a quelle dei tubi elettronici occorre che la frequenza di funzionamento non superi il 20% della frequenza di interdizione. Pertanto, applicando questa regola, si vede che la minima frequenza di interdizione per i transistori amplificatori a frequenza intermedia dei normali radioricevitori portatili ad onde medie e con frequenza intermedia di 455 kHz deve essere almeno di 2,5 MHz. Per il transistore mescolatore o convertitore tale frequenza deve essere di almeno 8 MHz. Per la parte a radiofrequenza di un ricevitore televisivo funzionante a VHF (200 MHz) la frequenza di interdizione dei transistori dovrà essere di 1000 MHz.

Tipi di transistori.

In questi ultimi anni sono stati sviluppati numerosi tipi nuovi di transistori a giunzione. Descriviamo brevemente le modalità costruttive di tali transistori.

Transistore RCA 2N109

(A)
DATI GENERALI

Elettrici:

Massima corrente continua di collettore per tensione continua collettore-base di — 25 V e circuito di emettitore aperto, alla temperatura ambiente di 25 °C . . . . . — 10 μA

Massima corrente continua di emettitore per tensione continua emettitore-base di — 25 V con circuito di collettore aperto, alla temperatura ambiente di 25 °C . . . . . — 10 μA

Meccanici:

Posizione di montaggio . .	qualsiasi
Lunghezza massima . . .	17,5 mm
Larghezza massima alla base	12,5 mm
Diametro massimo . . .	6,5 mm
Custodia:	metallica isolata
Chiusura della custodia: . .	ermetica
Zoccolo:	3 piedini

(B)
AMPLIFICATORE AD AUDIOFREQUENZA IN CLASSE B.

Valori massimi assoluti:

Tensione di picco collettore-base	— 25 V
Tensione continua collettore-base (per carico induttivo) . . .	— 12 V
Picco di corrente di collettore	— 70 mA
Corrente media di collettore	— 35 mA
Picco di corrente di emettitore	— 70 mA
Corrente media di emettitore	— 35 mA
Dissipazione di collettore . .	50 mW
Temperatura ambiente (durante il funzionamento) . .	50 °C
Temperatura di immagazzinaggio . . .	— 55 ÷ + 85 °C

Caratteristiche a temperatura ambiente (25 °C).

Circuito ad emettitore comune, entrata alla base.

Tensione continua collettore-emettitore	—1 V
Corrente continua di collettore	— 50 mA
Rapporto di trasferimento di corrente a corrente continua e segnali grandi	70

(C)
FUNZIONAMENTO IN CONTROFASE A TEMPERATURA AMBIENTE DI 25 °C

Circuito ad emettitore comune, entrata alla base.

(Se non altrimenti indicato, i valori si riferiscono a due transistori).

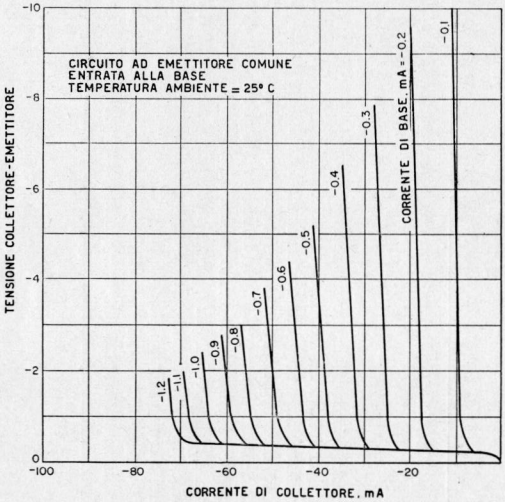
Tensione continua di alimentazione Collettore - emettitore .	— 4,5	— 9	V
Tensione continua base-emettitore	— 0,15	— 0,15	V
Picco di corrente di collettore (per transistore)	— 35	— 40	mA
Corrente continua di collettore a segnale zero (per transistore) . .	— 2	— 2	mA
Corrente continua di collettore a segnale massimo (per transistore) .	— 11,5	— 13	mA
Impedenza del pilota (base - base) . . .	1500	1500	ohm
Impedenza di carico (collettore - collettore)	400	800	ohm
Frequenza del segnale .	1	1	kHz
Rendimento . . .	60	69	%
Guadagno di potenza .	30	33	db
Distorsione armonica totale	7	7	%
Potenza di uscita a segnale massimo . . .	75	160	mW

Considerazioni sul funzionamento.

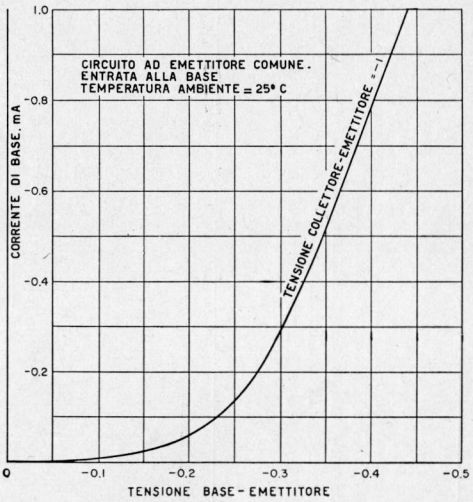
Durante il funzionamento non si deve mai inserire o disinserire il transistore 2N109 poichè le forti correnti transitorie lo potrebbero danneggiare definitivamente.

Nel funzionamento in classe B, quando il transistore 2N109 viene fatto funzionare ad una temperatura ambiente diversa rispetto a 25 °C, la tensione base-emettitore dovrà essere ridotta o aumentata di circa 0,002 V per ogni grado di differenza di temperatura ambiente rispetto a 25 °C, rispettivamente a seconda che la temperatura è più alta o più bassa di 25 °C. Quando questo transistore viene fatto funzionare in condizioni di temperatura ambiente variabile, occorre adottare nel circuito base-emettitore una compensazione termica, allo scopo di tenere costante il punto di funzionamento.

(D)


CIRCUITO AD EMETTITORE COMUNE
ENTRATA ALLA BASE
TEMPERATURA AMBIENTE = 25° C
TENSIONE COLLETTORE-EMETTITORE
CORRENTE DI COLLETTORE, mA
CORRENTE DI BASE, mA = -0.2
-0.1
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
-0.7
-0.8
-0.9
-1.0
-1.1
-1.2
-10
-8
-6
-4
-2
0
-100
-80
-60
-40
-20

(E)


CIRCUITO AD EMETTITORE COMUNE.
ENTRATA ALLA BASE
TEMPERATURA AMBIENTE = 25° C
TENSIONE COLLETTORE-EMETTITORE = -1
CORRENTE DI BASE, mA
TENSIONE BASE-EMETTITORE
1.0
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5

Transistori con giunzione a lega.

Nella Fig. 1-17 è illustrato il modello di costruzione di un transistore con giunzione a lega. La base del transistore è un blocchetto di materiale del tipo *n*. Le aree del collettore e dell'emettitore vengono formate ponendo pellicole di impurità del tipo accettatrice sulle facce

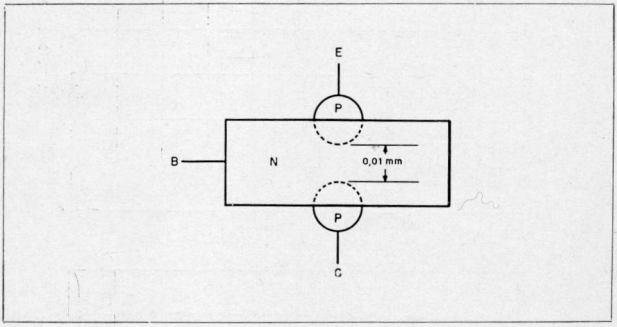


Fig. 1-17. - Costruzione di un transistore con giunzione a lega.

opposte del materiale *n* e riscaldando in modo che l'impurità si leghi con il materiale del tipo *n*. Si formano così regioni di materiale semiconduttore del tipo *p*, che costituiscono l'emettitore e il collettore. Mediante un controllo accurato di questo procedimento si può ottenere una distanza fra emettitore e collettore di circa 0,01 mm, ciò che consente di ottenere un basso valore di tempo di transito fra emettitore e collettore. Inoltre, la resistenza fra base e emettitore e fra base e collettore risulta piccola dato che viene usato un blocchetto di materiale *n* relativamente sottile.

I vari effetti capacitivi dell'emettitore e del collettore sono ridotti al minimo per effetto delle aree molto piccole delle regioni *p*.

I transistori costruiti secondo questo procedimento presentano un

guadagno di 12 db a 10 MHz ed una frequenza di interdizione di circa 25 MHz.

Questo metodo di costruzione è applicabile tanto ai transistori *p-n-p* come a quelli *n-p-n*.

Transistori del tipo « drift ».

Le prestazioni dei transistori alle frequenze alte sono limitate da tre fattori fondamentali. Questi sono: (1) il tempo che un elettrone o una lacuna impiega a spostarsi attraverso la regione della base; (2) la resistenza di entrata; (3) la capacità del collettore. Con la struttura a « drift » dei transistori, si riducono al minimo questi fattori e si rende possibile costruire transistori in grado di funzionare a frequenze molto alte.

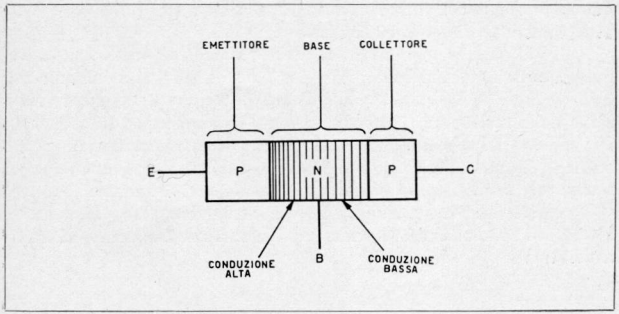


Fig. 1-18. - Struttura di un transistore « drift ».

Il metodo che si usa in un transistore « drift » per ridurre il tempo di transito, a parità di dimensione della base, consiste nel costituire un campo internamente alla regione della base, che faciliti direttamente il passaggio di elettroni o lacune. Questo campo viene formato variando la conduttività della regione della base in modo che vicino all'emettitore la conduttività risulti alta e vicino al collettore risulti bassa. Ciò è illustrato con linee verticali nella Fig. 1-18.

La conduttività del materiale della base viene regolata mediante la distribuzione di atomi di impurità durante il processo di fabbricazione. La maggiore concentrazione di impurità è vicina all'emettitore, mentre vicino al collettore si ha la minima concentrazione di impurità. Mediante questa distribuzione disuniforme di conduttività, la densità di elettroni (nel materiale del tipo *n*) o di lacune (nel materiale del tipo *p*) diviene maggiore nella regione dove la conduttività è maggiore. Gli elettroni tendono ad allontanarsi dalla regione di alta concentrazione. Come risultato, si forma un campo elettrico dovuto alla carica positiva degli atomi che risultano privati degli elettroni.

La carica positiva del campo di orientamento tende a trattenere i rimanenti elettroni in prossimità della regione della base dalla parte dell'emettitore. Le lacune iniettate nell'emettitore vengono accelerate dal campo orientatore verso il collettore, data la loro carica di segno contrario. Il campo orientatore riduce il tempo di transito ad un quarto di quello che si ha nei normali transistori con giunzione a lega, aventi le stesse dimensioni di base.

Oltre al miglioramento del tempo di transito, le prestazioni a frequenza alta risultano migliorate per effetto della alta conduttività della regione della base vicino all'emettitore, con conseguente riduzione della resistenza di entrata. Inoltre, la bassa conduttività vicino alla regione del collettore dà, come risultato, una bassa capacità di collettore. Pertanto, la frequenza limite superiore per questo tipo di transistore risulta molto più alta di quella dei tipi normali.

Questi transistori sono in grado di oscillare su frequenze fino a 300 MHz e sono utilizzabili come amplificatori alle frequenze televisive a VHF.

Transistori a barriera di superficie.

I transistori a barriera di superficie vengono costruiti in maniera analoga a quella dei transistori a giunzione a lega. Una delle differenze più importanti è che invece di « legare » profondamente punti nel materiale di base, per ottenere uno spessore sottile della base, vengono ricavate elettrochimicamente due conche nel materiale di base, fino ad ottenere fra esse una distanza di qualche centesimo di millimetro. Su entrambe le conche viene depositato dell'indio e si eseguono i contatti del collettore e dell'emettitore (Fig. 1-19). Questo tipo di transistore ha una frequenza di utilizzazione dell'ordine di 40 MHz.

La tecnica della microincisione usata per costruire i transistori a barriera di superficie, è stata usata nella costruzione di transistori « drift ». I transistori costruiti secondo questo processo vengono deno-

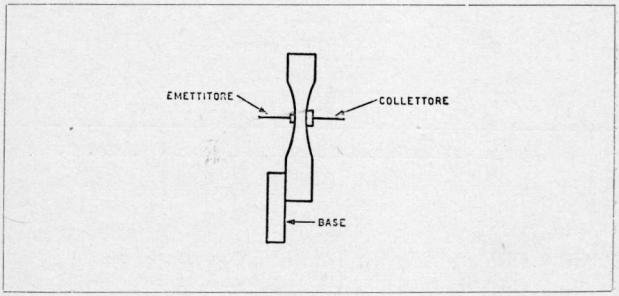


Fig. 1-19. - Costruzione di un transistore a barriera di superficie.

minati *a diffusione con micro-lega.* Questi hanno una frequenza di interdizione maggiore di 250 MHz e sono ampiamente usati nei circuiti delle calcolatrici molto veloci.

Il transistore a contatti puntiformi.

I transistori trattati fin qui sono del tipo a giunzione e possono essere costruiti sia del tipo *p-n-p* come del tipo *n-p-n*. L'idea fondamentale nella loro costruzione è di produrre un'alternanza di strati del tipo *p* e del tipo *n*, in intimo contatto fra loro.

Invece, è anche possibile costruire un transistore facendo in modo che le punte di alcuni tipi di fili tocchino la superficie di un cristallo del tipo *n*. Ciò è illustrato in Fig. 1-20. Le punte dei fili debbono essere molto vicine fra loro.

Dopo aver completata la struttura, vengono fatte circolare correnti in ciascuno dei due contatti puntiformi in modo da formare materiale *p* in ciascuna regione di contatto.

Questo tipo di transistore è denominato a contatti puntiformi. Esso però è stato ampiamente superato dai transistori a giunzione.

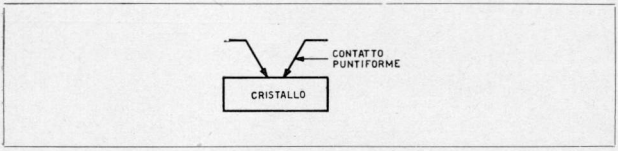


Fig. 1-20. - Struttura di un transistore a contatti puntiformi.

Con una tecnica analoga viene costruito il diodo a contatti puntiformi. Però in questo tipo di diodo si utilizza un solo contatto puntiforme. Il cristallo su cui il contatto poggia può essere del tipo *n* oppure del tipo *p*.

CAPITOLO II

IL RICEVITORE A SUPERETERODINA

Senza dubbio il principio della supereterodina è quello più ampiamente usato nel progetto dei normali radioricevitori. La supereterodina offre vari vantaggi. Primo fra essi è l'alta selettività, che rimane sostanzialmente costante su tutto il campo di frequenze ricevute dall'apparecchio. Oltre alla alta selettività, i ricevitori a supereterodina presentano una sensibilità alta e uniforme su tutta la gamma di frequenze ricevute. Per questi due requisiti fondamentali era quindi ovvio che fin dall'avvento dei transistori venissero realizzati radioricevitori a transistori con circuito a supereterodina.

Il principio della supereterodina

Nella Fig. 2-1 è riportato lo schema a blocchi di un tipico ricevitore a supereterodina a modulazione di ampiezza e ad onde medie. Ogni blocco rappresenta uno stadio che nei sucessivi capitoli tratteremo dettagliatamente. In alcuni ricevitori può essere omesso qualche stadio; per contro in altri ricevitori vi può essere qualche stadio in più. Ciò dipende dai particolari requisiti che si vogliono ottenere con il ricevitore. Queste varianti verranno anch'esse trattate nei futuri capitoli.

Il funzionamento del ricevitore di Fig. 2-1 è il seguente: i segnali a radiofrequenza modulati, trasmessi dalle stazioni radio, vengono captati o intercettati dall'antenna e inviati al primo stadio: l'amplificatore a radiofrequenza. Questo circuito viene accordato mediante la rotazione della manopola di sintonia, che viene portata sulla posizione corrispondente alla frequenza di onda portante che si vuole ri-

cevere. Lo stadio amplificatore a radiofrequenza amplifica il segnale. Nella normale gamma ad onde medie, la frequenza dei segnali è compresa fra 540 kHz e 1600 kHz. Dopo che il segnale a radiofrequenza sia stato selezionato e amplificato, viene inviato allo stadio mescolatore. Lo stadio amplificatore a radiofrequenza ha quindi apportato un certo gra-

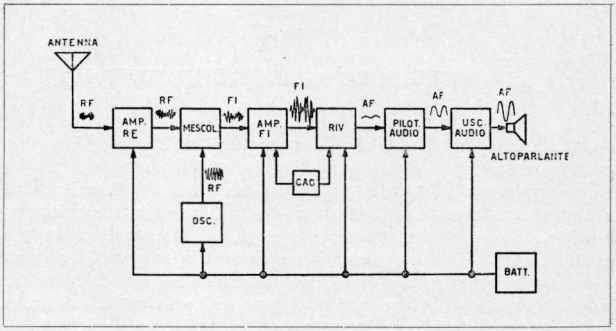


Fig. 2-1. - Schema a blocchi di un tipico ricevitore a supereterodina per modulazione d'ampiezza (AM). Sono indicati i tipi di segnali esistenti nei vari punti del ricevitore.

do di selettività e di sensibilità. In alcuni ricevitori, nei quali non è richiesta tale selettività e sensibilità, lo stadio a radiofrequenza viene omesso.

Lo stadio mescolatore e oscillatore adempie alla vera funzione della supereterodina. Lo stadio oscillatore genera un segnale a radiofrequenza non modulato la cui frequenza è di circa 455 kHz più alta del segnale a radiofrequenza che si desidera ricevere. Lo stadio oscillatore è accordato contemporaneamente (con comando unico) con lo stadio amplificatore a radiofrequenza, in modo che man mano che l'amplificatore a radiofrequenza viene accordato da una frequenza all'altra, l'oscillatore viene accordato su una frequenza che sia esattamente di 455 kHz più alta della radiofrequenza.

Entrambi i segnali: quello a radiofrequenza e quello dell'oscillatore, vengono applicati al mescolatore. Il mescolatore è accordato in modo da ricevere solo il segnale dell'oscillatore e quello a radiofrequenza. In questo stadio, i due segnali entrano in battimento fra loro, generando così nuovi segnali.

L'uscita dello stadio mescolatore consiste del segnale a radiofrequenza in arrivo, del segnale dell'oscillatore e di due nuovi segnali: la somma e la differenza fra le frequenze dei due segnali ad esso applicati.

Man mano che il ricevitore viene accordato su tutta la gamma di frequenze, la frequenza del segnale-differenza rimane costante ed è sempre di 455 kHz. Questo segnale a frequenza-differenza contiene la stessa modulazione ad audiofrequenza che era contenuta nel segnale a radiofrequenza captato dall'antenna. Tale segnale viene inviato allo stadio amplificatore a frequenza intermedia.

L'amplificatore a frequenza intermedia è ad accordo fisso e riceve ed amplifica solo il segnale a frequenza-differenza (455 kHz), denominata frequenza intermedia. Il guadagno fornito da questo stadio rimane costante su tutto il campo di frequenze accordato dal ricevitore e si ha così un alto guadagno, data la frequenza relativamente bassa sulla quale l'amplificatore a frequenza intermedia funziona.

Il guadagno di questo stadio può essere controllato automaticamente mediante il controllo automatico di guadagno (CAG) che compensa così le variazioni di intensità del segnale.

Il segnale a frequenza intermedia amplificato viene inviato allo stadio rivelatore.

Lo stadio rivelatore ricava le componenti ad audiofrequenza dal segnale a frequenza intermedia e le trasferisce allo stadio pilota ad audiofrequenza. Il segnale ad audiofrequenza viene ricavato per rettificazione e filtraggio. Il rivelatore inoltre fornisce la tensione per il controllo automatico di guadagno.

Lo stadio pilota ad audiofrequenza amplifica il segnale audio e lo invia allo stadio di uscita ad audiofrequenza. Questo stadio amplifica ulteriormente il segnale audio e sviluppa così una potenza sufficiente a pilotare l'altoparlante. Le onde sonore prodotte dall'altoparlante sono uguali a quelle che servirono a modulare l'onda portante a radiofrequenza alla stazione radiotrasmittente.

L'alimentazione dei transistori che svolgono queste varie funzioni molto spesso è fornita da una batteria. Questa alimentazione è applicata a tutti gli stadi, eccetto il rivelatore (quando si usa la rivelazione a diodo).

È consigliabile che lo schema a blocchi di Fig. 2-1 venga sempre tenuto presente dal lettore quando, nei prossimi capitoli, tratteremo più diffusamente i vari stadi del ricevitore a supereterodina.

Ricevitori a modulazione di ampiezza a molte gamme

I ricevitori a molte gamme, siano queste due, tre ecc . . . funzionano fondamentalmente sullo stesso principio del ricevitore a supereterodina di Fig. 2-1. La differenza più importante rimane nella parte di

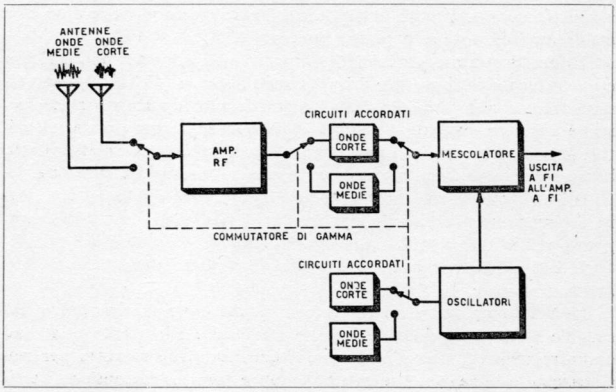


Fig. 2-2. - Schema a blocchi della parte a radiofrequenza di un ricevitore a due gamme d'onda.

entrata del ricevitore, dove viene effettuata la selezione della gamma di frequenze ricevuta. Ciò è visibile in Fig. 2-2.

La parte di entrata di un ricevitore a molte gamme impiega lo stesso sistema amplificatore a radiofrequenza, mescolatore e oscillatore di un ricevitore ad una sola gamma. Però vengono impiegati circuiti accordati separati nei vari stadi, per ciascuna gamma. Pertanto, quando il

selettore di canali è commutato sulla posizione « gamma alta » avviene quanto segue: il segnale a radiofrequenza della antenna per la gamma alta viene inviato all'amplificatore a radiofrequenza attraverso una posizione del commutatore selettore di gamma. Il segnale a radiofrequenza amplificato viene passato allo stadio mescolatore, tramite un circuito accordato a gamma alta. Nello stesso tempo, l'oscillatore sviluppa un segnale a radiofrequenza la cui frequenza è di 455 kHz più alta del segnale a radiofrequenza ricevuto. Questa frequenza di oscillazione viene predisposta dal circuito oscillatore su gamma alta, inserito mediante il commutatore selettore di gamma.

Il segnale dell'oscillatore viene inviato al *mescolatore*. I due segnali vengono fatti « battere » fra loro nello stadio mescolatore e producono così un segnale a frequenza intermedia di 455 kHz che viene inviato all'amplificatore a frequenza intermedia.

Quando il selettore di gamma viene posto su « gamma bassa », il segnale di radiofrequenza captato dall'antenna per gamma bassa viene inviato all'amplificatore a radiofrequenza nel quale viene amplificato e inviato allo stadio mescolatore attraverso il circuito accordato a gamma bassa. L'oscillatore è sempre accordato su 455 kHz sopra la frequenza del segnale da ricevere, mediante il circuito oscillatore a gamma bassa.

I quattro commutatori, indicati in Fig. 2-2 come collegati con linea tratteggiata, vengono comandati contemporaneamente mediante un unico comando meccanico, che li aziona insieme.

Ricevitori per FM

Se si confrontano le Fig. 2-1 e 2-3 si vede che l'unica differenza fra un ricevitore per modulazione di ampiezza (AM) e un ricevitore per modulazione di frequenza (FM) è che il rivelatore del ricevitore in AM è stato sostituito, nel ricevitore in FM, da un circuito limitatore-discriminatore. La funzione del limitatore consiste nell'eliminare tutte le variazioni di ampiezza esistenti nel segnale in arrivo e causate da disturbi atmosferici, da interferenze elettriche, ecc, per cui i segnali applicati al discriminatore sono esclusivamente modulati in frequenza.

Il discriminatore trasforma le variazioni di frequenza in variazioni di ampiezza, in modo che il risultante segnale ad audiofrequenza di uscita possa essere amplificato dallo stadio pilota ad audiofrequenza e dallo stadio di uscita ad audiofrequenza.

Sebbene non sia indicato nello schema a blocchi di Fig. 2-3, i ricevitori a modulazione di frequenza funzionano su frequenze considerevolmente più alte di quelle delle gamme a modulazione di ampiezza. Infatti le trasmissioni a FM avvengono nella gamma da 88 MHz a 108 MHz.

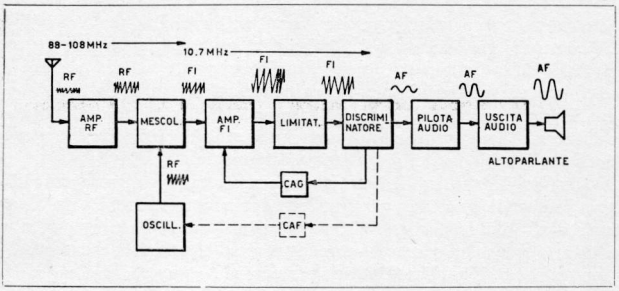


Fig. 2-3. - Schema a blocchi di un tipico ricevitore per FM (non è indicata l'alimentazione).

Il funzionamento dell'oscillatore su frequenze così alte risente della tensione della batteria e della temperatura, le quali provocano spostamenti della frequenza di oscillazione. Per compensare gli effetti del calore e della variazione della tensione della batteria, frequentemente viene adottato, nei ricevitori ad FM, un circuito di controllo automatico di frequenza (CAF) che stabilizzi la frequenza di oscillazione dell'oscillatore locale.

CAPITOLO III

AMPLIFICATORI AD AUDIOFREQUENZA

Prima di iniziare lo studio degli amplificatori a transistori, bisogna accennare al modo con cui l'amplificazione di un transistore a giunzione differisce da quella di un tubo elettronico. Il tubo elettronico è un *dispositivo funzionante a tensione*. Al circuito griglia-catodo di esso viene applicata una tensione alternata, la quale controlla la circolazione di corrente nel circuito anodico. Invece il transistore è un *dispositivo funzionante a corrente*. La corrente che circola nel circuito base-emettitore controlla la corrente che circola nel circuito del collettore.

I simboli α (alfa) e β (beta) indicano il guadagno di corrente di un transistore, mentre il simbolo μ (mu) indica il guadagno di tensione di un tubo elettronico. Altri fattori importanti sono le resistenze di entrata e di uscita del transistore. È la corrente che circola in queste resistenze che determina il guadagno di tensione o di potenza di un amplificatore a transistore.

Tipi fondamentali di amplificatori a transistore

Vi sono sostanzialmente tre tipi di amplificatori a transistore: il tipo con base comune (o con base a massa); il tipo con emettitore comune (o con emettitore a massa) e infine il tipo con collettore comune (o con collettore a massa). In questo capitolo useremo la parola *comune*, poichè viene più diffusamente usata nella terminologia dei circuiti a transistori.

L'amplificatore con base comune

L'amplificatore con base comune è analogo all'amplificatore con tubo elettronico con griglia a massa, usato molto frequentemente negli amplificatori a radiofrequenza dei tuner (sintonizzatori) televisivi. In Fig. 3-1 è riportato un confronto fra questi due circuiti.

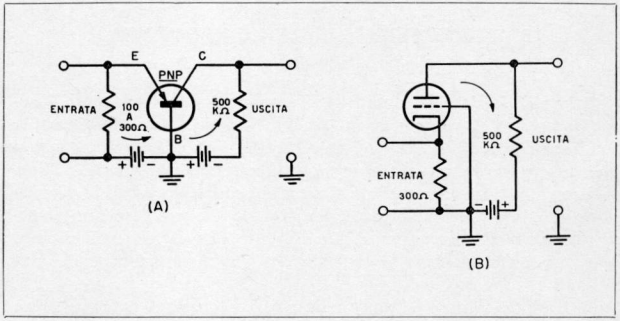


Fig. 3-1. - Amplificatore a transistore a base comune (A) confrontato con un normale amplificatore a tubo elettronico con griglia a massa (B).

Come si vede, la base del transistore e la griglia del tubo elettronico sono a massa. L'emettitore è polarizzato nella direzione di massima circolazione di corrente e il collettore è polarizzato nella direzione di minima circolazione di corrente.

Con questo tipo di polarizzazione, l'entrata del transistore è a resistenza bassa, compresa normalmente fra 20 Ω e 50 Ω, mentre l'uscita è a resistenza alta, compresa fra 0,1 MΩ e 1 MΩ.

Il guadagno di corrente (alfa) è sempre minore di uno e in questo tipo di circuito di solito si aggira fra 0,98 e 0,99. (L'alfa è il rapporto fra la corrente I_c del collettore e la corrente I_e dell'emettitore). Il guadagno di resistenza fra entrata e uscita è molto alto. Il guadagno di tensione in questo tipo di circuito può essere dell'ordine di 1500.

In Fig. 3-2 è riportata la curva caratteristica di un circuito con base comune (impiegante un transistore *p-n-p* tipo 2N105). Si noti che la corrente di collettore non oltrepassa mai la corrente di emettitore. La

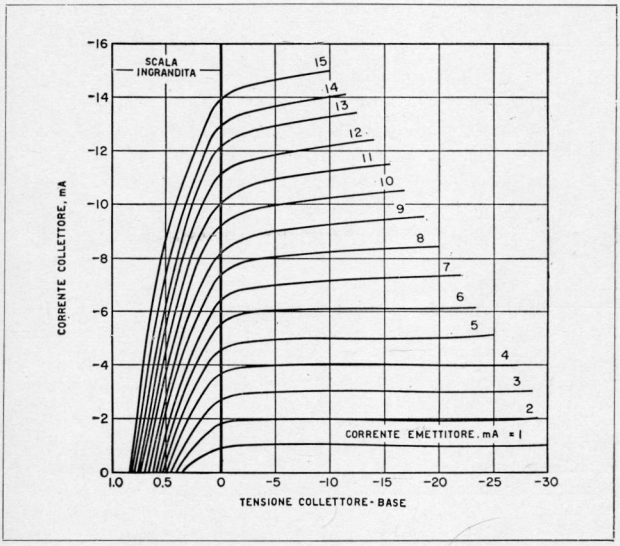


Fig. 3-2. - Curva caratteristica del circuito a base comune impiegante un transistore *p-n-p* a giunzione 2N105.

massima dissipazione di potenza ammissibile per un transistore 2N105 è di 35 mW. Quindi è molto importante mantenere un corretto valore di tensione e di corrente nel collettore e nell'emettitore, in modo da non oltrepassare la massima dissipazione del transistore. Questo circuito viene usato quando sono richiesti bassa impederza di entrata ed alta impedenza di uscita.

In Fig. 3-3 è riportato un sistema semplificato di polarizzazione del circuito. Fra il polo negativo della batteria e la base è inserito un resistore R_b che ha lo scopo di polarizzare positivamente l'emettitore rispetto alla base. Mediante un opportuno valore di resistenza sarà

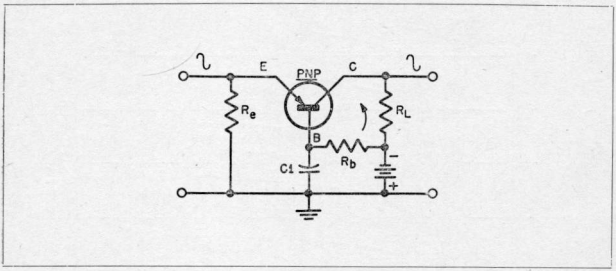


Fig. 3-3. - Sistema semplificato di polarizzazione per il circuito con base comune per il quale occorre una sola batteria.

possibile ottenere la desiderata corrente di emettitore. Il condensatore C_1 serve a porre la base a potenziale di massa (per il segnale) evitando così che attraverso R_b si abbia controreazione.

L'amplificatore con emettitore comune.

L'amplificatore con emettitore comune è analogo al normale amplificatore con tubo elettronico con catodo a massa. Il segnale di entrata viene applicato al circuito base-emettitore del transistore, mentre nel circuito a tubo elettronico l'elettrodo pilotato è la griglia. Ciò è illustrato in Fig. 3-4.

Come nell'amplificatore con base comune, l'emettitore è polarizzato nella direzione di massima circolazione di corrente e il collettore è polarizzato nella direzione di minore circolazione di corrente. La resistenza di entrata è normalmente compresa fra 500 e 2000 Ω, tuttavia in

qualche caso può essere più bassa di 100 Ω oppure più alta di 10.000 Ω. La resistenza di uscita normalmente è di circa 50.000 Ω, tuttavia in qualche caso può essere più bassa di 5000 Ω oppure più alta di 500.000 Ω.

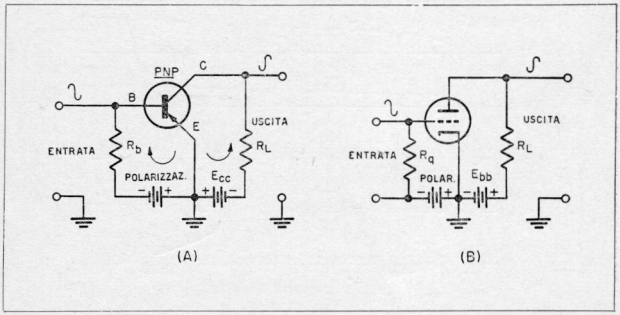


Fig. 3-4. - Amplificatore a transistore ad emettitore comune (A) confrontato con un normale amplificatore a tubo elettronico con griglia a massa (B).

In Fig. 3-5 è riportata la curva caratteristica del circuito con emettitore comune. Questa curva si riferisce al transistore *p-n-p* a giunzione 2N105 e può essere confrontata con la curva I_p-E_p di un tubo 6AG5. La maggiore differenza consiste nel fatto che, in un transistore, la corrente di collettore è controllata dalla corrente base-emettitore, mentre nel tubo elettronico la corrente anodica è controllata dalla tensione di polarizzazione griglia-catodo. A parte ciò, le curve possono essere usate in maniera analoga.

Dalla curva caratteristica di Fig. 3-5 (A) si può vedere che per ogni piccolissima variazione di corrente di base, si può ottenere una variazione di corrente di collettore molto maggiore. Per esempio, con una tensione di collettore di — 4 V una variazione di corrente di base fra 20 e 30 μA produce una variazione di corrente di collettore da 1,1 a 1,7 mA. Si può allora dire che una variazione di 10 μA nella corrente di ba-

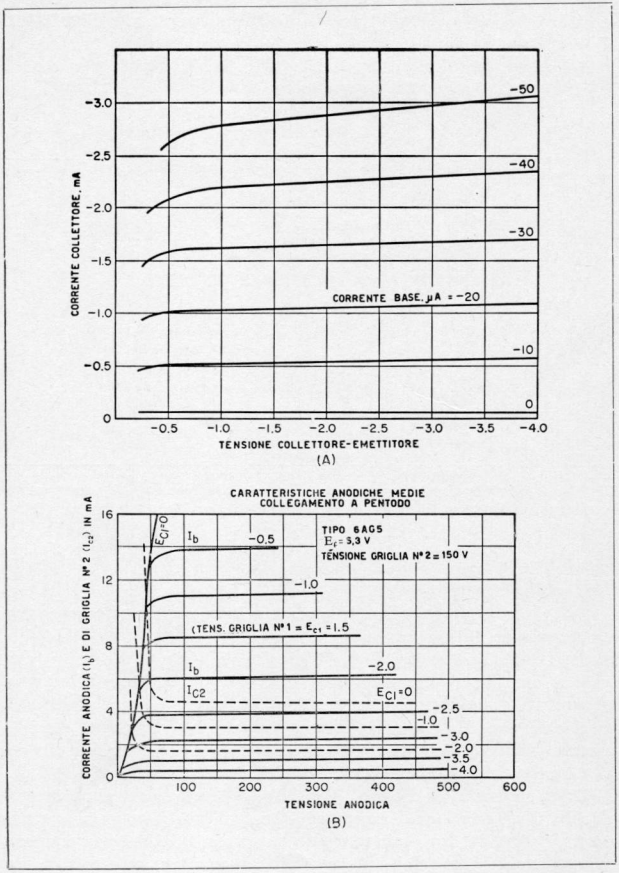


Fig. 3-5. - Confronto fra le curve caratteristiche di funzionamento per (A) transistore a giunzione *p-n-p* tipo 2N105 e (B) tubo elettronico tipo 6AG5.

se produce una variazione di 600 μA nella corrente di collettore e quindi il guadagno di corrente che si ottiene in queste condizioni è di 60. Questo guadagno di corrente è denominato β ed è il guadagno fra le correnti di collettore e di base, mentre l'α è il guadagno fra le correnti di collettore e di emettitore nell'amplificatore con base comune.

Con questo tipo di circuito è possibile ottenere guadagni di potenza di 42 db, ossia di circa 10.000 volte. Il guadagno di tensione del circuito con emettitore comune è lo stesso di quello del circuito con base comune, ma il guadagno di corrente è considerevolmente più alto. A causa del maggiore guadagno di corrente rispetto al circuito con base comune, il circuito con emettitore comune è più usato.

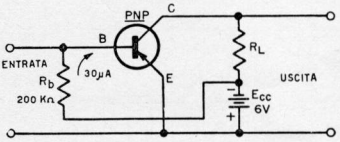


Fig. 3-6. - Schema di polarizzazione fissa per fornire una corretta polarizzazione di base in un circuito amplificatore ed emettitore comune.

Come nel circuito a tubo elettronico con catodo a massa, fra base e collettore avviene una inversione di fase. Infatti, un segnale positivo applicato alla base si oppone alla tensione di polarizzazione e provoca una corrente di base più piccola. In seguito a ciò diminuisce la corrente di collettore, per cui il collettore diventa meno negativo. In definitiva, il segnale positivo applicato alla base provoca un segnale negativo al collettore.

Esistono vari metodi per polarizzare la base nel circuito ad emettitore comune.

In Fig. 3-6 è illustrato un sistema semplificato, che richiede una sola batteria. Questo sistema è denominato « polarizzazione fissa ».

La corrente di base può essere regolata variando la resistenza di R_b, conformemente alla seguente formula:

$$R_b = \frac{E_{cc}}{I_b}$$

Per esempio, se si vuole avere una corrente di base di 30 μA, si ha:

$$R_b = \frac{6V}{30 \cdot 10^{-6} A} = \frac{6}{0{,}00003} = 200.000 \ \Omega$$

La polarizzazione fissa non è il metodo più soddisfacente per polarizzare la base. A causa delle differenze fra un transistore e l'altro, anche se dello stesso tipo, e a causa della influenza che la temperatura

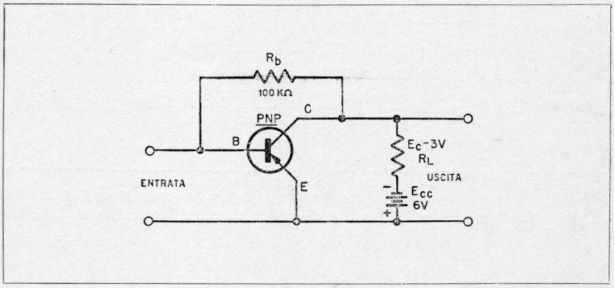


Fig. 3-7. - L'autopolarizzazione riduce la sensibilità del transistore alle variazioni di temperatura.

esercita sui transistori, risulta difficile mantenere un valore critico di corrente di base. Un metodo per superare parzialmente questo problema consiste nel collegare direttamente al collettore il resistore di base, come in Fig. 3-7. Questo sistema fornisce una controreazione sotto forma di « controllo automatico » della polarizzazione della base, e può essere chiamato autopolarizzazione. Per determinare il valore di R_b

si sostituisce la tensione di alimentazione E_{cc} della formula precedente con la tensione di collettore E_c

$$R_b = \frac{E_c}{I_b}$$

e quindi

$$R_b = \frac{3V}{30 \cdot 10^{-6}\ A} = \frac{3}{0{,}00003} = 100.000\ \Omega$$

Questo metodo di autopolarizzazione provoca una controreazione a corrente alternata e quindi, sebbene con esso si superino molti degli inconvenienti della polarizzazione fissa, si riduce il guadagno effettivo dell'amplificatore.

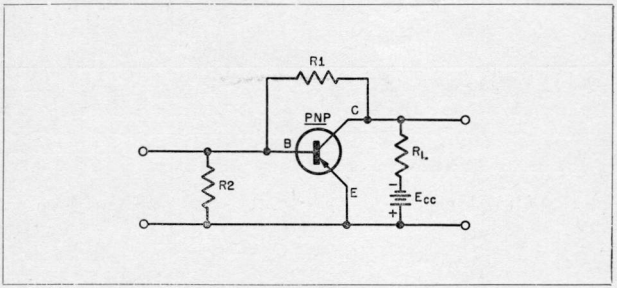


Fig. 3-8. - Mediante la polarizzazione fissa e l'autopolarizzazione si ottiene una stabilità ancora migliore.

Per ottenere una stabilità ancora migliore per il circuito si possono usare contemporaneamente la polarizzazione fissa e l'autopolarizzione. Questo metodo è illustrato in Fig. 3-8. In esso, un partitore di tensione costituito da R_1 e R_2 polarizza la base negativamente rispetto all'emettitore.

La corrente che circola attraverso il partitore di tensione stabilizza la polarizzazione della base. Inoltre, qualsiasi variazione di tensione del collettore, dovuta a variazione di corrente di emettitore, apporterà una alterazione automatica alla polarizzazione della base. Di solito viene usato questo circuito a causa della sua stabilità intrinseca.

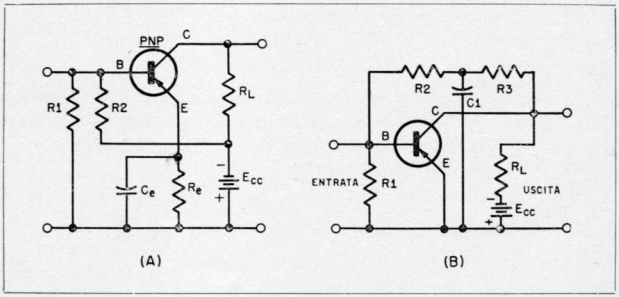


Fig. 3-9. - (A) Quando si usa un resistore R_e per stabilizzare il circuito, occorre un condensatore di fuga C_e per ridurre al minimo le perdite dovute alla controreazione. (B) Un altro metodo per ridurre al minimo tali perdite consiste nel suddividere in due resistori (R_2 e R_3) il resistore di autopolarizzazione e nell'inserire il condensatore di fuga C_1 nel punto comune ad R_2 e R_3.

Per ridurre al minimo le perdite di guadagno si può usare uno o l'altro dei due circuiti illustrati in Fig. 3-9. Nella Fig. 3-9 (A) viene aggiunto un resistore nel circuito dell'emettitore e il ritorno di R_2 avviene al terminale negativo della batteria, invece che al collettore. Il resistore di emettitore R_e fornisce una ulteriore stabilità e di solito ad esso si dà un valore compreso fra 1/5 e 1/10 del valore di R_1. Per evitare la controreazione sull'emettitore, si aggiunge il condensatore C_e che avrà di solito una capacità di circa 50 μF. Se però le frequenze da amplificare sono molto basse, questo condensatore dovrà avere una capacità più alta. In questo caso, il resistore di emettitore svolge una funzione analoga al resistore catodico di un tubo elettronico.

In Fig. 3-9 (B) è illustrato un altro metodo di polarizzazione. In

esso, il partitore di tensione è suddiviso e tutte le variazioni a corrente alternata vengono derivate a massa mediante il condensatore C_1. Il valore di R_3 di solito è fra 5 e 10 volte il valore di R_2. La resistenza totale di R_2 e R_3 deve essere uguale alla resistenza di R_1 del circuito di Fig. 3-8.

Il alcuni circuiti si può usare una combinazione delle Figg. 3-9 (A) e 3-9 (B). In altri casi, si può aggiungere al circuito di Fig. 3-8 un resistore di emettitore con un condensatore di fuga. Il guadagno di tensione e la stabilità del circuito di solito sono i fattori determinanti per la scelta del circuito più adatto.

L'amplificatore con collettore comune.

L'amplificatore con collettore comune è analogo al circuito a tubo elettronico ad uscita catodica (cathode follower). In Fig. 3-10 sono ri-

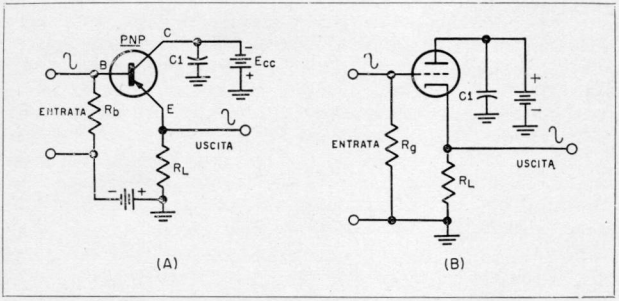


Fig. 3-10. - Amplificatore a transistore a collettore comune (A) confrontato con un normale amplificatore a tubo elettronico ad uscita catodica (B).

portati questi due circuiti. L'impedenza di entrata (resistenza e reattanza) di questo circuito a transistore è alta e l'impedenza di uscita è bassa, essendo analoga a quella di un circuito a tubo elettronico. Il guadagno di tensione è minore di uno e il guadagno di potenza dello

stadio è di solito più basso di quello ottenibile con il collegamento con emettitore comune o con base comune. Questo circuito è usato principalmente come dispositivo di adattamento di impedenza.

Come nel caso dell'amplificatore con base comune, non si ha inversione di fase fra i segnali di entrata e di uscita. La stessa cosa si verifica anche nel circuito a tubo elettronico con uscita catodica e nel circuito a tubo elettronico con griglia a massa.

Metodi di accoppiamento

I metodi fondamentali per accoppiare gli stadi a transistori sono analoghi a quelli usati nei circuiti con tubi elettronici. La maggiore differenza consiste nella grande diversità fra resistenza di entrata e di uscita dei transistori in confronto con i tubi elettronici.

Queste resistenze dipendono dal tipo di transistori usato e dalle condizioni di funzionamento. Inoltre, una variazione della resistenza di entrata e di uscita si riflette sui circuiti di uscita e di entrata, in qualunque caso. Per esempio, se aumenta la resistenza di carico di uscita, la resistenza di entrata diminuisce. Con i tubi elettronici generalmente ciò non avviene, dato che le variazioni del carico anodico normalmente non si riflettono nel circuito di griglia. In alcuni casi, tuttavia, la capacità anodo-griglia entra in gioco e il carico anodico allora influisce sull'impedenza di entrata del circuito a tubo elettronico.

Le necessità di accoppiamento per i transistori possono essere soddisfatte con vari metodi, come ad esempio i trasformatori, il sistema a resistenza-capacità, l'accoppiamento diretto. Descriveremo separatamente questi vari metodi di accoppiamento.

Accoppiamento a trasformatore.

In Fig. 3-11 è illustrato l'accoppiamento a trasformatore fra stadi amplificatori. Il circuito ad emettitore comune impiega la polarizzazione fissa, oltre al resistore di emettitore R_e per la stabilizzazione. Il maggiore vantaggio di questo circuito è che le impedenze di entrata e di uscita del transistore possono essere adattate per il massimo guadagno di potenza. Si impiega un trasformatore T_1 in discesa e di conseguenza potrebbe apparire a prima vista che la perdita di questo trasformatore elimini il vantaggio dell'amplificatore. Bisogna invece ricordare che

il transistore è un dispositivo funzionante a corrente e non un dispositivo funzionante a tensione come il tubo elettronico. Questa discesa quindi fornisce il migliore trasferimento di potenza mediante l'adattamento di impedenza.

La variazione della corrente di base, dovuta alla presenza del segnale, determina il funzionamento del transistore e un guadagno di potenza che può essere misurato sul primario del trasformatore. Questo

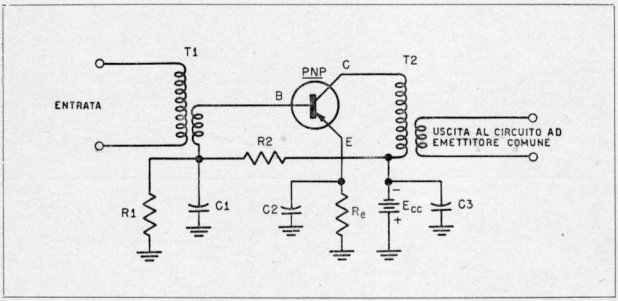


Fig. 3-11. - Amplificatore con accoppiamento a trasformatore.

trasformatore in discesa può essere paragonato al trasformatore di uscita degli amplificatori ad audiofrequenza. In questi, per la bobina mobile dell'altoparlante è necessario il trasformatore, dato che la bobina mobile è un dispositivo a bassa impedenza funzionante a corrente. Il trasformatore fornisce quindi il massimo trasferimento di potenza, adattando l'alta impedenza anodica dello stadio di uscita con la bassa impedenza della bobina mobile dell'altoparlante.

Il circuito illustrato in Fig. 3-11 comprende un partitore di tensione (R_1 e R_2) che fornisce una corretta polarizzazione. Il partitore di tensione ha in parallelo un condensatore di fuga C_1 per impedire che si verifichi attenuazione del segnale. Il resistore R_e è il resistore di stabilizzazione e serve a compensare automaticamente le variazioni di caratteristiche dei transistori e dei componenti del circuito, senza pro-

vocare influenze dannose. In parallelo al resistore R_e vi è il condensatore di fuga C_2 che impedisce la perdita di guadagno causata dalla controreazione.

In parallelo alla batteria E_{cc} vi è il condensatore C_3 che serve ad impedire la reazione e la controreazione causate dalle tensioni a frequenza del segnale, che si localizzano sulla resistenza interna della batteria. I condensatori C_1 e C_2 possono essere sostituiti da un unico condensatore collegato fra l'emettitore e l'estremità in basso del secondario di T_1.

Accoppiamento a R - C.

L'accoppiamento a *R - C* è preferibile quando si debbono amplificare segnali ad audiofrequenza a basso livello, dato che i trasformatori sono più soggetti a captare ronzio ed inoltre occupano uno spazio

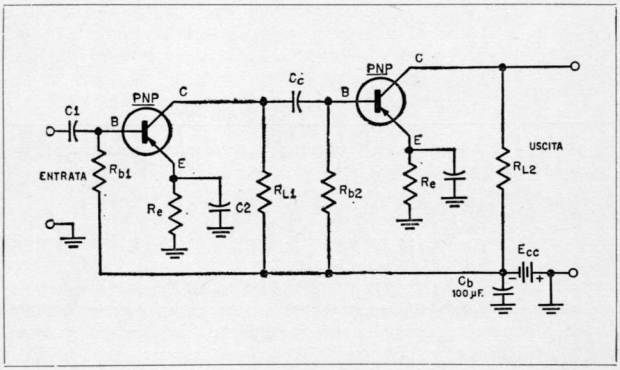


Fig. 3-12. - Amplificatore con accoppiamento a *R-C*.

considerevole. La Fig. 3-12 illustra un amplificatore a due stadi accoppiati a resistenza-capacità. Il metodo di polarizzazione è analogo a quello usato nel circuito con accoppiamento a trasformatore. Le

principali aggiunte sono R_L (carico del collettore) e C_c (condensatore di accoppiamento). Il condensatore di accoppiamento deve avere capacità molto alta (2 ÷ 10 μF), dati i bassi valori di resistenze di uscita e di entrata che si hanno.

Si noti che come condensatori di accoppiamento possono essere usati condensatori elettrolitici, mentre questi non si possono usare per accoppiamento dei circuiti a tubi elettronici. Pertanto si deve fare attenzione alla polarità, per evitare di danneggiare il condensatore ed eventualmente il transistore. La corrente di fuga di tali condensatori non ha un'influenza così grande, come invece avviene per i circuiti a tubi elettronici.

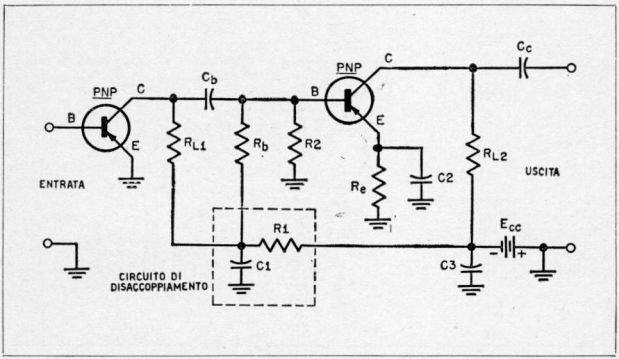


Fig. 3-13. - Gli amplificatori con accoppiamento a *R-C* collegati in cascata richiedono circuiti di disaccoppiamento per evitare la reazione.

Quando si dispongono in cascata stadi amplificatori con accoppiamento a resistenza-capacità è necessario disaccoppiare due o più stadi, per evitare che si abbia reazione. In Fig. 3-13 è illustrato un metodo di disaccoppiamento. Con questo metodo, viene inserito un resistore R_1 in serie con il resistore di base e fra R_1 e massa si pone il condensatore di fuga C_1. La costante di tempo $R_1 C_1$ deve essere regolata in

modo da assicurare che la più bassa frequenza da amplificare sia adeguatamente derivata a massa. Generalmente il valore di R_l deve essere tenuto così piccolo da non produrre una sensibile caduta della tensione di alimentazione degli stadi alimentati attraverso R_l. Ciò rende necessario impiegare alti valori di capacità per C_l (di solito superiori a 100 μF).

Accoppiamento diretto.

L'accoppiamento diretto viene di solito usato nei casi in cui il costo sia un fattore assai importante. In Fig. 3-14 è illustrato un ampli-

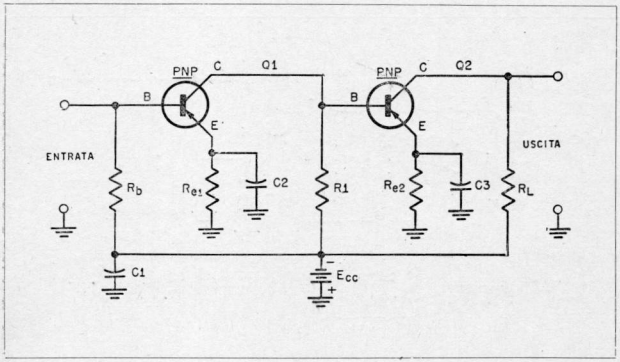


Fig. 3-14. - Amplificatore ad accoppiamento diretto. Non occorre alcun tipo di accoppiamento. R_l funziona contemporaneamente da carico di collettore per il transistore Q_1 e da resistore di polarizzazione per il transistore Q_2.

ficatore ad accoppiamento diretto. Nel caso in cui la componente continua possa essere tollerata, si possono eliminare i condensatori di accoppiamento. Come si può vedere in Fig. 3-14, il resistore R_l serve sia come carico di collettore per lo stadio Q_1 che come resistore di polarizzazione per lo stadio Q_2.

Controllo di volume

Come nei circuiti a tubi elettronici, negli amplificatori ad audiofrequenza a transistori si deve adoperare il controllo di volume per adeguare il livello di riproduzione alle esigenze dell'ascoltatore. Sebbene i

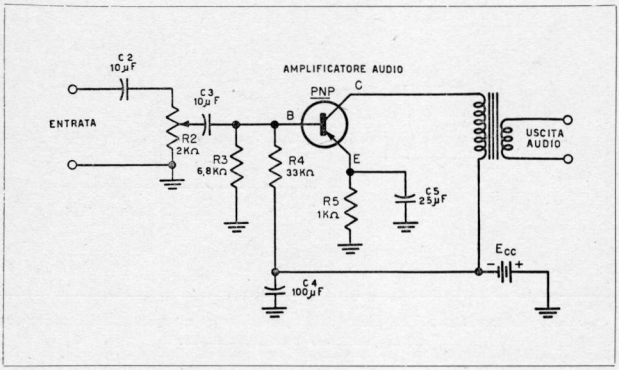


Fig. 3-15. - Inserzione del regolatore di volume in un circuito amplificatore con accoppiamento a resistenza-capacità.

controlli di volume siano generalmente associati con gli amplificatori con accoppiamento a resistenza-capacità, essi possono anche essere usati nel caso in cui si abbia l'accoppiamento a trasformatore o l'accoppiamento diretto.

In Fig. 3-15 è illustrato un circuito di controllo di volume. Il circuito comprende il regolatore di volume e il primo amplificatore ad audiofrequenza. Il condensatore C_2 impedisce al potenziometro di controllo di volume R_2 di alterare il punto di funzionamento a corrente continua dello stadio che precede il controllo di volume stesso. Il condensatore C_3 impedisce alla corrente di base di circolare nel re-

golatore di volume. I resistori R_3 e R_4 forniscono la necessaria polarizzazione di base. Per il funzionamento di un transistore *p - n - p*, la base deve essere negativa rispetto all'emettitore. I condensatori di accoppiamento C_2 e C_3 debbono avere una capacità alta, date le basse impedenze esistenti nel circuito.

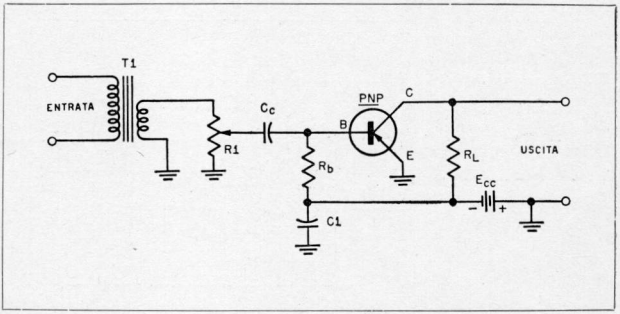


Fig. 3-16. - Inserzione del regolatore di volume in un circuito amplificatore con accoppiamento a trasformatore.

Nel caso in cui sia adottato l'accoppiamento a trasformatore, si può usare un circuito come quello di Fig. 3-16. La resistenza del regolatore di volume R_1 deve essere circa 2 o 3 volte maggiore dell'impedenza del secondario del trasformatore di accoppiamento, se si vuole evitare che essa carichi eccessivamente il trasformatore stesso.

Controlli di tonalità

Spesso vengono aggiunti nei circuiti di amplificatori ad audiofrequenza i controlli di tonalità, per permettere una regolazione manuale della risposta in frequenza dell'amplificatore. La regolazione delle note basse consisterà in un opportuno circuito di compensazione per le fre-

quenze basse. Così, il circuito costituito da R_1 e C_1 di Fig. 3-17 fornisce una esaltazione delle note basse, man mano che si riduce il valore di R_1. La reattanza del circuito è bassa per le frequenze alte ed è alta per le frequenze basse. Le frequenze più alte vengono così derivate a massa, e quindi attenuate.

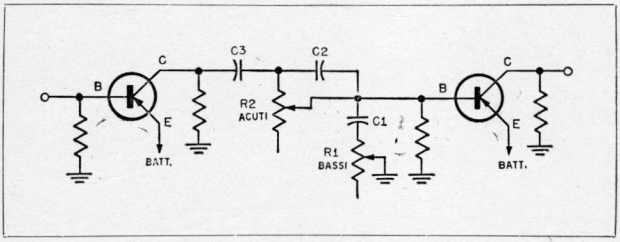


Fig. 3-17. - Controlli di tono per note basse e per note alte.

Il circuito costituito da R_2 e C_2 esegue la funzione di *controllo delle note alte*. Anche in questo caso il condensatore, a causa della sua alta reattanza per le frequenze più basse, costituisce una via di fuga rispetto a R_2 solo per le frequenze più alte. Le frequenze basse passeranno quindi attraverso R_2 e verranno attenuate a seconda della resistenza di R_2. Il condensatore C_3 serve a bloccare la componente continua, evitando così che le tensioni di polarizzazione vengano cortocircuitate.

Riparazione degli amplificatori ad audiofrequenza.

Prove immediate.

Se si applica momentaneamente una piccola tensione positiva al collettore del transistore pilota ad audiofrequenza e successivamente alla sua base, si dovrà sentire un colpo nell'altoparlante, quando gli altri circuiti compresi fra questo stadio e l'altoparlante funzionano

correttamente. Questa prova può essere eseguita mediante un generatore di segnale di rumore (che verrà descritto nel Cap. X), alla maniera illustrata in Fig. 3-18. Se il colpo si sente quando si tocca il collettore, mentre non si sente quando si tocca la base, vuol dire che lo stadio è difettoso.

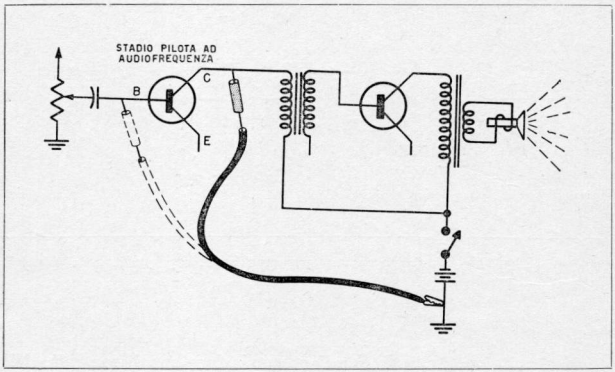


Fig. 3-18. - Prova immediata dello stadio pilota ad audiofrequenza.

In un circuito correttamente funzionante, il colpo che si sente quando si tocca la base dovrà essere più forte del colpo che si ha quando si tocca il collettore. Se si ha a disposizione un generatore di segnale di rumore, con questo si può eseguire il controllo di un amplificatore ad audiofrequenza. Con tale generatore si possono eseguire prove più attendibili sui circuiti degli amplificatori ad audiofrequenza, dato che la frequenza fondamentale del generatore è di circa 1 kHz e quindi le armoniche sono 2 kHz, 3 kHz.

Il segnale di rumore viene applicato alla base e al collettore del transistore. Quando, dopo averlo applicato al collettore lo si applica alla base, si dovrà riscontrare un sensibile aumento di volume, se il circuito in esame funziona correttamente.

Prove di guadagno.

Il guadagno di uno stadio pilota e di ciascuno degli stadi di preamplificazione si aggira fra 15 e 20. Questo guadagno può essere controllato grossolanamente mediante il sistema illustrato in Fig. 3-19. Ai capi della bobina mobile dell'altoparlante si inserisce un oscilloscopio,

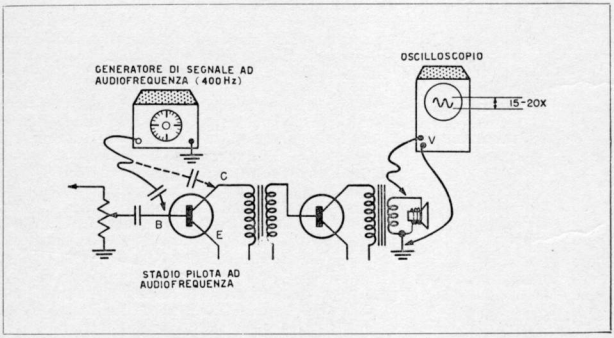


Fig. 3-19. - Misura del guadagno di uno stadio pilota ad audiofrequenza.

il quale viene usato come indicatore. Un segnale ad audiofrequenza (di circa 400 Hz) viene applicato dapprima alla base e poi al collettore del transistore attraverso un condensatore da 0,01 o 0,1 μF.

Il segnale di uscita del generatore viene tenuto ad un livello appena sufficiente a dare una indicazione misurabile sull'oscilloscopio. Se il segnale è eccessivamente forte, si verifica un sovraccarico nello stadio e non si ha una attendibile indicazione del guadagno. Un eventuale sovraccarico viene rivelato dal taglio dei picchi del segnale sinusoidale, osservato sullo schermo dell'oscilloscopio. Quando si inietta il segnale alla base si dovrà ottenere sull'oscilloscopio una immagine da 15 a 20 volte più alta di quando il segnale viene iniettato al collettore.

GUIDA PER LA RIPARAZIONE DEGLI STADI PILOTA E DEI PREAMPLIFICATORI

Inconveniente.	*Causa possibile*	*Prove da eseguire*
I. *Assenza di suono.*	A. - *Batteria esaurita.*	Sostituire la batteria. Misurare l'assorbimento di corrente. In un ricevitore impiegante stadi di uscita in classe A, l'assorbimento di corrente deve essere da 5 a 10 mA, in assenza di segnale. Se l'assorbimento di corrente è eccessivo, controllare che il condensatore filtro sull' alimentazione e i condensatori di fuga non siano in cortocircuito. Controllare che il transistore non si sia fuso (vedi I-B-1 qui di seguito). Se l'assorbimento di corrente è zero, controllare che l'interruttore di alimentazione non sia difettoso.
	B. - *Tensioni di polarizzazione del transistore errate.*	1) Controllare la tensione sul collettore del transistore. Se il transistore si è fuso, la tensione risulterà eccessivamente alta per un transistore *p-n-p* o eccessivamente bassa per un transistore *n-p-n* (se la polarizzazione base-emettitore del transistore è corretta). Se la tensione di collettore è zero, controllare che il primario del trasformatore non sia interrotto, che non vi sia un condensatore di fuga in cortocircuito, che la presa per l'auricolare (se usata) non sia interrotta, ecc. 2) Controllare la tensione di base. Se non è giusta, controllare le resistenze del circuito (debbono essere entro il 10% del valore stabilito). Controllare che non vi siano condensatori di accoppiamento in cortocircuito o con perdite eccessive. 3) Controllare la tensione di emettitore. Se è alta, controllare che il transistore non sia in cortocircuito oppure che un resistore di fuga non sia interrotto. Se è bassa, controllare che nel transistore non sia interrotto il collegamento di collettore. (Per il controllo delle resistenze del transistore vedasi il Cap. X); che il circuito di collettore non sia interrotto o che il condensatore fra emettitore e B + non sia in cortocircuito. Se la tensione di emettitore è zero, controllare che nel transistore non sia interrotto il collegamento di emettitore. (Per il controllo delle resistenze del transistore vedasi il Cap. X), oppure che non sia interrotto il ritorno a massa del circuito dell'emettitore.
	C. - *Condensatore di accoppiamento difettoso.*	Controllare il condensatore di accoppiamento, ponendovi in parallelo un condensatore di accoppiamento sicuramente buono (osservare la polarità).

Inconveniente.	*Causa possibile*	*Prove da eseguire*
	D. - *Trasformatore di accoppiamento difettoso.*	Controllare la resistenza del trasformatore di accoppiamento, verificando così che il primario non sia interrotto. Ricordarsi di togliere il transistore dal circuito, quando si eseguono misure di resistenza.
	E. - *Regolatore di volume difettoso.*	Controllare che il regolatore di volume non sia interrotto. Qualche volta i rivetti dei terminali non fanno buon contatto. Tentare di saldare i terminali ai rivetti.
II. *Volume basso.*	A. - *Batteria esaurita.*	Sostituire la batteria. Controllare che gli assorbimenti di corrente siano correnti (vedasi I-B-1 sopra).
	B. - *Condensatore di accoppiamento difettoso.*	Controllare che la capacità del condensatore di accoppiamento non sia diminuita, con conseguente riduzione del segnale inviato al transistore. Per tale controllo, si ponga in parallelo al condensatore che si ritiene difettoso un condensatore sicuramente buono (si osservi la polarità).
	C. - *Condensatore di fuga di emettitore difettoso.*	Controllare che il condensatore di fuga di emettitore non sia interrotto. Eseguire questo controllo ponendovi in parallelo un condensatore sicuramente buono (si osservi la polarità).
	D. - *Tensione di polarizzazione del transistore errata.*	Eseguire i controlli indicati in I-A-1; I-A-2; I-A-3.
	E. - *Trasformatore di accoppiamento difettoso.*	Controllare che nel trasformatore di accoppiamento ad audiofrequenza non vi siano spire in cortocircuito. Se nella misura della resistenza si ottiene un valore che differisca da quello indicato dal costruttore per oltre il 20% significa che una parte dell'avvolgimento è in cortocircuito. Un tale cortocircuito può avvenire più facilmente nell'avvolgimento primario. Ricordarsi di togliere il transistore dal circuito prima di eseguire misure di resistenza.
	F. - *Regolatore di volume difettoso.*	Eseguire i controlli indicati in I-A-1.
III. *Distorsione.*	*Vedi II.*	Eseguire le stesse prove di II.
IV. *Oscillazione.*	*Filtro alimentazione difettoso.*	Controllare che il condensatore filtro non sia interrotto. Questo controllo va eseguito ponendo in parallelo un condensatore sicuramente buono (osservare la polarità).

CAPITOLO IV

AMPLIFICATORI DI POTENZA

A rigor di termini, tutti gli amplificatori a transistori sono amplificatori di potenza. Però, nella maggior parte dei casi, la potenza che si ha in tali amplificatori è trascurabile. Pertanto il termine « amplificatore di potenza » è riservato agli stadi che pilotano dispositivi elettromeccanici, come gli altoparlanti o i relé, o comunque che sviluppano una potenza avente un valore moderato o grande.

Il transistore di potenza

Uno dei principali requisiti di un transistore di potenza, assieme alla possibilità di resistere a forti correnti ed alte tensioni, è la possibilità di dissipazione del calore. In alcune configurazioni circuitali un aumento della temperatura del transistore provoca uno spostamento del punto di polarizzazione con conseguente aumento di dissipazione e ulteriore aumento della temperatura, e così via. Questo ciclo può continuare fino a che si verifica la cosiddetta *valanga termica* con conseguente danneggiamento del transistore. In circuiti correttamente progettati questo effetto può risultare limitato.

Tuttavia, se il calore generato non viene disperso in maniera adeguata, la temperatura della giunzione del transistore aumenterà fino a raggiungere valori pregiudizievoli e, nel tempo, può avvenire che le prestazioni del transistore divengano notevolmente peggiori.

La maggior parte del calore dissipato in un transistore è generato nella giunzione del collettore. Per facilitare la dispersione del calore, il collettore viene generalmente posto in contatto diretto con la

custodia del transistore (Fig. 4-1). In questo caso bisognerà che la custodia sia collegata direttamente ad un telaio metallico o ad altra

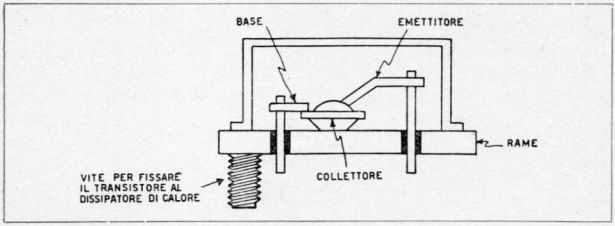


Fig. 4-1. - Costruzione di un transistore di potenza.

superficie che dissipi calore. Questo sistema è chiamato « a flangia di dispersione del calore ».

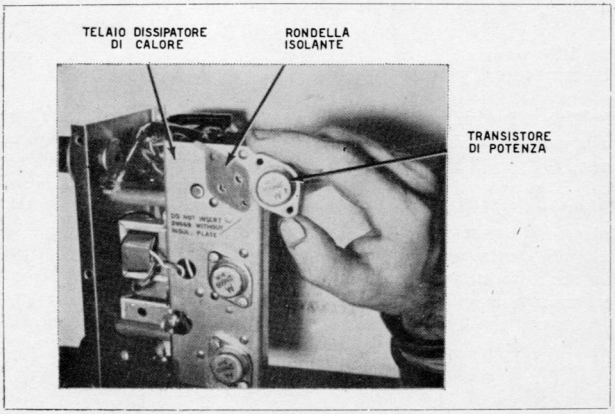


Fig. 4-2. - Quando si installa un transistore di potenza, accertarsi che fra il transistore e il telaio dissipatore di calore sia interposta la rondella isolante.

I transistori di potenza (Fig. 4-2) attualmente disponibili per applicazioni pratiche sono in grado di dissipare fino a 25 W.

Gli amplificatori di potenza a transistori possono essere suddivisi in due tipi fondamentali: ad un solo transistore e a due transistori in controfase.

Inoltre, come nei circuiti con tubo elettronico, gli amplificatori di potenza a transistore possono essere classificati in base al loro modo di funzionamento: in classe A, in classe B, ecc...

L'amplificatore di potenza in classe A.

In Fig. 4-3 è illustrato un tipico amplificatore di potenza in classe A ad un solo transistore. Il circuito base-emettitore è polarizzato nella direzione di maggiore circolazione di corrente, mediante il sistema

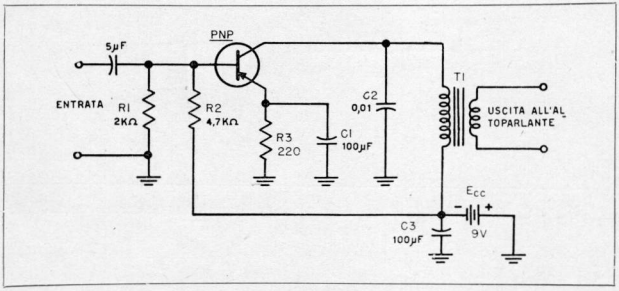


Fig. 4-3. - Circuito amplificatore di potenza ad audiofrequenza ad « un solo polo caldo » in classe A, impiegante un transistore a giunzione 2N109.

di polarizzazione costituito dai due resistori R_1 e R_2. Si ottiene così un tipo di polarizzazione diretta, mediante la quale l'emettitore diviene positivo rispetto alla base.

La corrente di emettitore è stabilizzata mediante la resistenza R_3 e la componente a corrente alternata viene derivata a massa mediante il condensatore C_1. Siccome questo amplificatore è usato per pilotare un altoparlante, si dovrà impiegare un trasformatore di adattamento

T_1. Il condensatore C_2 limita la larghezza di banda, così da ridurre la distorsione a frequenze alte.

Il tipo di circuito illustrato in Fig. 4-3 ha una potenza di uscita limitata. Il circuito è realizzato in modo che, in assenza di segnale, la corrente di collettore sia di 11 mA e che la tensione collettore-emetti-

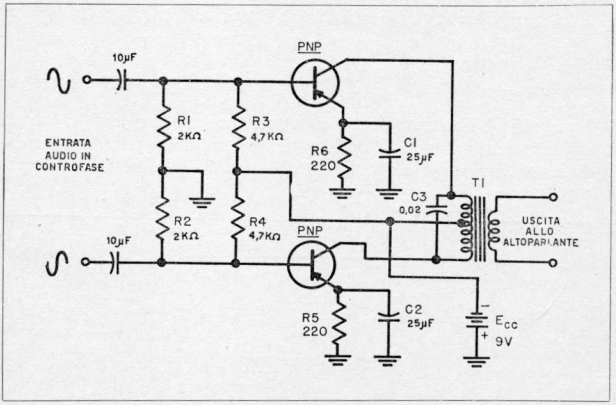


Fig. 4-4. - Circuito amplificatore di potenza ad audiofrequenza in controfase in classe A.

tore sia di 6V. Ciò significa che la dissipazione di collettore è di 66 mW. Siccome questo valore di dissipazione oltrepassa la dissipazione massima ammissibile per il transistore 2N109, si deve adottare una flangia di dissipazione del calore se si vuole evitare il danneggiamento del transistore. A tale scopo si collegherà la custodia del transistore ad una superficie metallica alquanto grande (ad esempio il telaio dell'altoparlante) mediante una fascetta o altro sistema di fissaggio.

Per ottenere una maggiore potenza di uscita con minore distorsione si dovrà usare il circuito in controfase. In Fig. 4-4 è illustrato un amplificatore ad audiofrequenza in controfase in classe A. Come si vede, i circuiti ad un solo transistore e quelli in controfase sono

alquanto simili. In effetti, si usano componenti identici; la differenza è che i due transistori in controfase vengono pilotati con segnali le cui fasi differiscono fra loro di 180°. Il vantaggio di questo circuito è una minore distorsione e una maggiore potenza di uscita.

L'amplificatore di potenza in Classe B.

Uno degli svantaggi dell'amplificatore a transistori in Classe A è che la corrente di collettore circola in permanenza. La dissipazione del transistore è perciò sempre alta, anche quando non è presente alcun

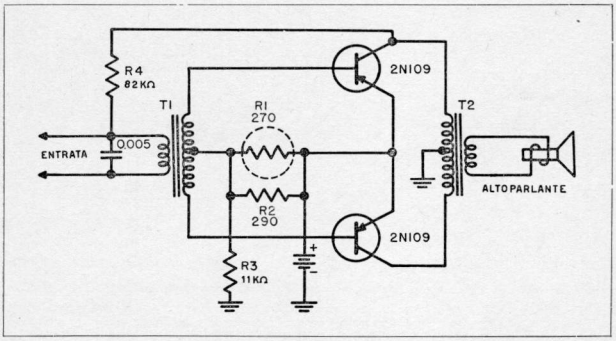


Fig. 4-5. - Circuito amplificatore di potenza ad audiofrequenza in controfase in classe B.

segnale. La dissipazione può venire fortemente ridotta se si usa una polarizzazione emettitore-base tale che, in assenza di segnale, circoli una corrente di collettore estremamente piccola. Questo tipo di funzionamento è denominato in classe B. Se si usano transistori *p-n-p*, la corrente di collettore circolerà solo durante le escursioni positive del segnale. La distorsione risultante è ridotta al minimo usando due transistori collegati in controfase.

In Fig. 4-5 è illustrato un amplificatore ad audiofrequenza in controfase in classe B. Il circuito base-emettitore è polarizzato vicino

all'interdizione, per cui in assenza di segnale la potenza dissipata sul collettore è molto ridotta. Idealmente i transistori andrebbero polarizzati all'interdizione e in assenza di segnale non si dovrebbe dissipare alcuna potenza. Però ai bassi segnali di entrata il risultante segnale di uscita sarebbe fortemente distorto, come indica la Fig. 4-6 (A). Questo tipo di distorsione è denominato *distorsione di incrocio.*

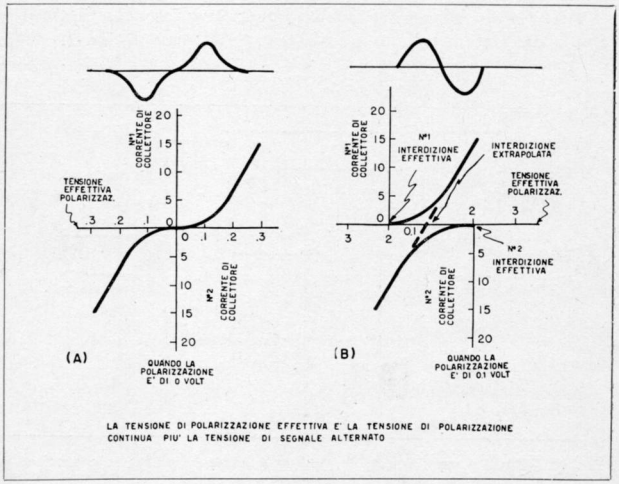


Fig. 4-6. - (A) Distorsione di incrocio che si ha in un amplificatore ad audiofrequenza in controfase in Classe B. (B) Eliminazione di tale distorsione dando una piccola polarizzazione diretta e quindi facendo funzionare lo stadio in Classe AB.

Se si polarizza il transistore in modo che circoli sempre una piccola corrente di collettore (classe AB), si eliminerà quasi del tutto questa distorsione.

La Fig. 4-6 (B) mostra come si riduce questa distorsione adottando

la interdizione « estrapolata », Se poi si adotta la reazione negativa si può rendere minima la già piccola distorsione residua. Nella Fig. 4-5 questa reazione è fornita dal resistore R_4.

I resistori R_1, R_2 e R_3 formano un partitore che fornisce le corrette polarizzazioni per i transistori. Per ridurre al minimo la distorsione con bassi livelli di segnale ed evitare la distruzione per effetto termico dei transistori, le caratteristiche di questo circuito vanno scelte con molta cura.

Come si è detto precedentemente, la corrente di collettore, la dissipazione di collettore e il punto di lavoro a corrente continua di un transistore variano con la temperatura ambiente. Per ridurre al minimo gli effetti di queste variazioni si userà nel circuito di polarizzazione il termistore R_t. Quando la temperatura ambiente aumenta, la resistenza del termistore diminuisce, e viceversa. Questo fatto mantiene costante la tensione sul circuito di polarizzazione. Siccome la tensione di polarizzazione controlla le correnti di emettitore e di collettore, il termistore stabilizza il funzionamento a corrente continua, per un ampio campo di variazione della temperatura ambiente.

L'amplificatore di potenza privo di trasformatore di uscita.

L'uso di un trasformatore di uscita ad audiofrequenza è così tradizionale negli stadi di uscita, che è difficile pensare come un amplificatore di potenza possa funzionare senza trasformatore di uscita.

I circuiti di potenza ad audiofrequenza attuati con tubi elettronici e privi di trasformatore di uscita sono di difficile realizzazione. Invece, essendo il transistore un dispositivo tipicamente sensibile alla corrente invece che alla tensione, è facile intuire come con esso si possa realizzare un amplificatore di potenza privo di trasformatore di uscita.

Il primo vantaggio offerto dal circuito privo di trasformatore è quello di un basso costo e di una minore distorsione ad audiofrequenza.

In Fig, 4-7 è riportato lo schema elettrico di un amplificatore con un solo transistore e privo di trasformatore di uscita. Questo circuito è un amplificatore di potenza di Classe A con emettitore comune. La bobina mobile costituisce il carico per il collettore. Il transistore lavora direttamente sulla bassa impedenza della bobina mobile.

La piccola corrente base-emettitore del transistore controlla la più forte corrente collettore-emettitore che circola attraverso la bobina mobile dell'altoparlante. Il transistore è polarizzato nella direzione

diretta (emettitore più positivo della base) per cui esso conduce per tutto il ciclo del segnale di entrata (funzionamento in classe A). La polarizzazione base-emettitore è data dalla corrente che circola dal polo ne-

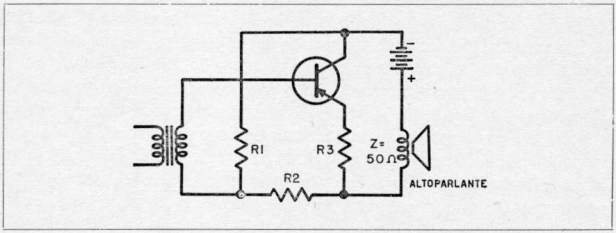


Fig. 4-7. - Amplificatore di potenza in Classe A ad emettitore comune, senza trasformatore di uscita.

gativo della batteria attraverso R_1 e R_2, attraverso la bobina mobile dell'altoparlante per finire al polo positivo della batteria.

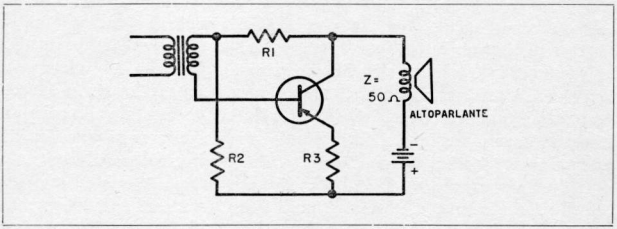


Fig. 4-8. - Variante del circuito di Fig. 4-7.

In Fig. 4-8 è illustrata una variante al circuito di Fig. 4-7. In essa, la bassa corrente di segnale che circola fra base e collettore controlla la corrente fra il collettore e l'emettitore. L'altoparlante è stato inserito sul polo della batteria che va al collettore.

Nella Fig. 4-9 è illustrato il circuito usato in molti radioricevitori portatili a batteria. In esso sono stati combinati i circuiti delle Figg. 4-7 e 4-8 in modo da aumentare la potenza di uscita e il rendimento. Nel circuito di Fig. 4-9 i transistori funzionano in controfase ed ognuno di essi conduce corrente per circa il 60% di ogni ciclo (funzionamento

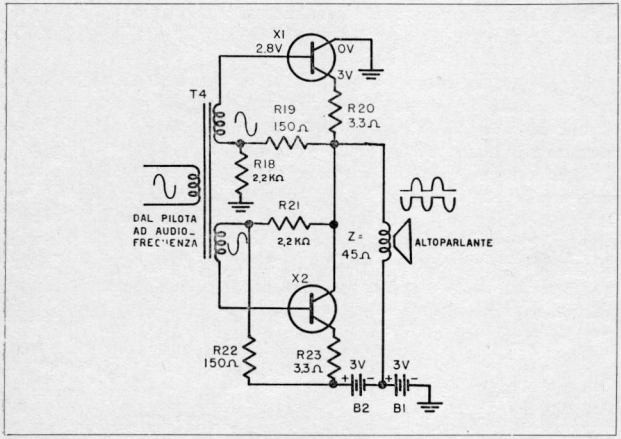


Fig. 4-9. - Circuito di amplificatore di potenza ad audiofrequenza in controfase, senza trasformatore di uscita, usato in molti radioricevitori portatili commerciali.

in classe AB). Il funzionamento di ogni transistore è analogo a quello dei circuiti di Fig. 4-7 o 4-8 per la porzione del ciclo nella quale ognuno dei transistori conduce.

Entrambi i transistori (Fig. 4-9) sono polarizzati in vicinanza dell'interdizione per cui, in assenza di segnale ricevuto, nessuno dei due transistori assorbe una corrente notevole. Il secondario del trasformatore pilota T_4 invia alle basi dei due transistori segnali ad audiofrequenza che sono in opposizione di fase. Ognuno dei due transistori

conduce allora per un semiperiodo del segnale applicato. Le correnti collettore-emettitore di ogni transistore circolano alternativamente attraverso la bobina mobile dell'altoparlante.

La polarizzazione di base e di emettitore per il transistore X_1 è sviluppata dalla corrente che circola da massa, attraverso R_{18} e R_{19} e la bobina mobile dell'altoparlante, fino al polo positivo di B_1. La polarizzazione base-emettitore per il transistore X_2 è sviluppata dalla corrente che circola dal polo negativo di B_2 attraverso la bobina mobile dell'altoparlante, attraverso i resistori R_{21} e R_{22} fino al polo positivo della batteria B_2.

Per evitare la distorsione di incrocio si usa una piccola polarizzazione diretta, la quale serve anche a migliorare il rendimento del circuito in classe B. Siccome questo circuito non impiega alcun condensatore, è meno probabile che si verifichino guasti.

I resistori R_{20} e R_{23} forniscono la necessaria stabilizzazione a corrente continua. I loro valori verranno scelti in modo da determinare un punto di lavoro a corrente continua per i transistori tale che il loro funzionamento risulti indipendente dalle caratteristiche di ogni singolo transistore e dalle variazioni di tali caratteristiche causate da alterazioni della temperatura ambiente o della temperatura della giunzione.

L'amplificatore a simmetria complementare.

Sotto un aspetto il transistore non può essere paragonato con il tubo elettronico: si possono attuare transistori nei quali la corrente circola in una qualsiasi delle due direzioni possibili, mentre nel tubo elettronico gli elettroni vanno soltanto dal catodo all'anodo e non viceversa. Inoltre si possono costruire transistori *n-p-n* e *p-n-p* aventi identiche caratteristiche di conduzione, con l'unica differenza che nei due tipi di transistori la conduzione avviene in direzione opposta. Questa proprietà dei transistori viene utilizzata negli amplificatori a simmetria complementare.

In Fig. 4-10 è illustrato un amplificatore a simmetria complementare. I transistori di uscita hanno caratteristiche identiche ma sono di tipi elettricamente opposti (l'uno è simmetricamente complementare dell'altro). Pertanto, se alla base di ogni transistore viene inviato lo stesso segnale, questo produce nei due transistori correnti di uscita che circolano in direzioni opposte.

I segnali di entrata dei transistori sono in parallelo mentre le correnti di uscita risultano in controfase.

È evidente l'economia del circuito (vedi Fig. 4-10): non è necessario alcun componente o circuito che inverta la fase (trasformatore) e non è necessario il trasformatore di uscita.

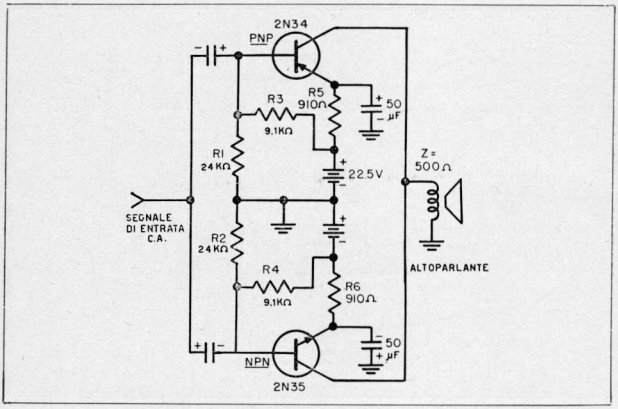


Fig. 4-10. - Circuito amplificatore a simmetria complementare.

Riparazione degli amplificatori di potenza ad audiofrequenza

Prove immediate.

Se si applica momentaneamente una piccola tensione positiva al collettore di un transistore di un amplificatore di potenza ad audiofrequenza e successivamente alla base dello stesso transistore, si dovrà sentire un colpo nell'altoparlante. Se (Fig. 4-11) il colpo si sente quando si tocca il collettore mentre non si sente quando si tocca la base, lo stadio è difettoso.

In un circuito funzionante correttamente, il colpo che si sente quando si tocca la base dovrà essere più forte di quello che si ha quando si tocca il collettore. Il trasformatore di accoppiamento, (o il condensatore in alcuni casi) può anche essere controllato toccando il lato primario del componente e osservando se si ha un colpo sull'altoparlante. In caso negativo vuol dire che si ha un circuito interrotto.

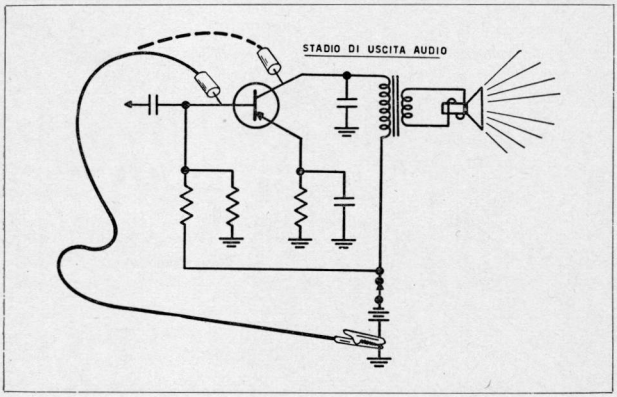


Fig. 4-11. - Prova immediata dello stadio di potenza ad audiofrequenza.

Se di dispone di un generatore di segnale di rumore come quello descritto nel Cap. X, lo si può impiegare per controllare il circuito di uscita ad audiofrequenza. Questo sistema costituisce una prova più attendibile rispetto alla prova « del colpo » descritta poco avanti. Il segnale di rumore viene applicato dapprima al collettore e poi alla base del transistore. Se lo stadio in esame funziona correttamente si dovrà sentire una nota molto più forte quando il segnale viene applicato al collettore.

L'altoparlante può essere controllato collegando il generatore di segnale di rumore direttamente alla bobina mobile. È assolutamente

necessario eseguire la connessione di massa del generatore di segnale di rumore, dato che l'altoparlante è un dispositivo che assorbe una certa quantità di corrente di segnale.

Controllo del guadagno.

Il guadagno di un amplificatore di potenza ad audiofrequenza si aggira fra 8 e 10. Esso può essere controllato grossolanamente me-

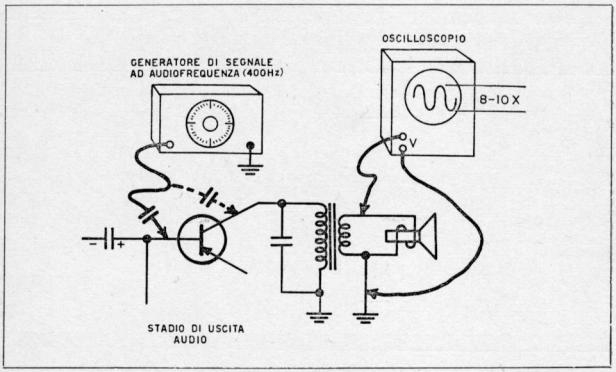


Fig. 4-12. - Misura del guadagno di uno stadio di uscita ad audiofrequenza.

diante il metodo impiegato in Fig. 4-12. Ai capi della bobina mobile dell'altoparlante viene inserito un oscilloscopio che viene usato come indicatore. Un segnale ad audiofrequenza, a circa 400 Hz, viene applicato dapprima al collettore e poi alla base del transistore, attraverso un condensatore da 0,01 o 0,1 μF. Il segnale di uscita del generatore viene tenuto su un livello appena sufficiente a dare una indicazione misurabile sull'oscilloscopio. Un segnale eccessivamente forte sovraccaricherebbe lo stadio e non darebbe una corretta indicazione del gua-

dagno. Un eventuale sovraccarico si manifesta con il taglio dei picchi del segnale sinusoidale di uscita, visto sull'oscilloscopio.

Il diagramma che si ottiene sull'oscilloscopio quando il segnale viene applicato alla base deve essere da 8 a 10 volte più grande di quello che si ha quando lo stesso segnale viene applicato al collettore del transistore.

Prove di distorsione ad audiofrequenza.

Negli amplificatori con circuito in controfase si verifica distorsione ad audiofrequenza quando le caratteristiche dei due transistori usati non sono identiche. Questa distorsione si manifesta qualche volta

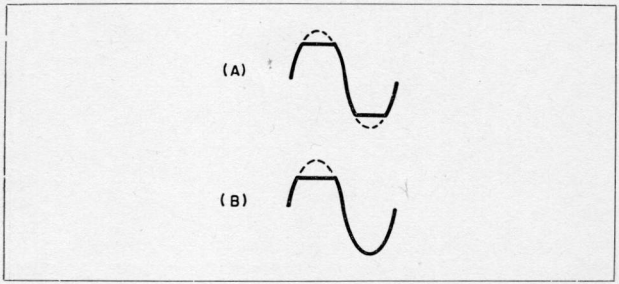


Fig. 4-13. - (A) Un taglio uguale per i due picchi del segnale sinuisoidale indica che i transistori di uscita ad audiofrequenza in controfase sono bilanciati. (B) Se si ha un taglio diverso per i due picchi del segnale sinusoidale vuol dire che i transistori di uscita ad audiofrequenza in controfase sono sbilanciati.

come un « gracidio » solo agli alti livelli di uscita oppure solo ai bassi livelli di uscita e in qualche caso su tutto il campo di livelli di uscita.

Per controllare se in un amplificatore ad audiofrequenza in controfase si ha sbilanciamento, si applica un segnale ad audiofrequenza (400 Hz) al primario del trasformatore di entrata dello stadio. Si collegano i terminali « verticali » dell'oscilloscopio alla bobina mobile dell'altoparlante e si osserva l'oscillogramma sullo schermo dell'oscil-

loscopio, mentre si fa variare il livello di segnale sviluppato dall'oscillatore ad audiofrequenza. Man mano che si aumenta il livello si dovrà osservare che i picchi positivo e negativo del segnale di uscita divengono ugualmente « tagliati » [vedi Fig. 4-13 (A)] se i due transistori sono « adattati » (appaiati). Se i transistori non sono adattati si dovrà riscontrare che un picco (positivo o negativo) del segnale risulterà più tagliato dell'altro picco (negativo o positivo) [vedi Fig. 4-13 (B)].

Se non si dispone di un oscilloscopio e neanche di un generatore di segnale ad audiofrequenza si potrà usare un voltmetro elettronico. In questo caso si applica un segnale all'amplificatore e se ne varia il livello fino a portarlo alla soglia della distorsione. Si misurano le tensioni di emettitore ai capi dei resistori di emettitore dei due transistori. Il valore medio delle fluttuazioni di tensione deve essere lo stesso per i due transistori, se questi sono bilanciati.

Questi controlli possono anche servire per selezionare una coppia di transistori adattati. Se uno dei transistori di una coppia adattata si guasta, per cui debba essere sostituito, l'altro transistore potrà ancora essere utilizzato impiegandolo nello stadio pilota dell'amplificatore.

GUIDA PER LE RIPARAZIONI DEGLI AMPLIFICATORI DI POTENZA AD AUDIOFREQUENZA

Inconveniente	*Causa possibile*	*Prove da eseguire*
L'assenza di suono	A. - *Batteria esaurita.*	Vedi sezione I-A-1 Cap. III.
	B. - *Tensioni di polarizzazione dei transistori errate.*	1) Controllare la tensione sul collettore del transistore. Se il transistore si è fuso, la tensione risulterà eccessivamente alta nel caso di transistore tipo *p-n-p* e eccessivamente bassa nel caso di transistore *n-p-n* (purchè la polarizzazione base-emettitore sia corretta). Se la tensione di collettore è zero, controllare che il primario del trasformatore non sia interrotto, che non vi sia un condensatore di fuga in cortocircuito, ecc... 2) Controllare la tensione di base. Se non è corretta, verificare le resistenze del circuito (debbono essere entro il 10% del valore riportato sullo schema). Controllare che non vi siano condensatori di accoppiamento in cortocircuito o con perdite eccessive. 3) Controllare la tensione all'emettitore. Se è alta, verificare che il transistore non sia in cortocircuito o che un condensatore di fuga non sia in cortocircuito. Se è bassa, controllare che nel transistore non vi sia il collegamento di collettore interrotto (vedere per i controlli di resistenza dei transistori il Cap. X); che il circuito di collettore non sia interrotto, oppure che il condensatore fra emettitore e B + non sia in cortocircuito. Se la tensione di emettitore è zero, controllare che il circuito dell'emettitore del transistore non sia interrotto (vedasi il Cap. X per le misure di resistenza dei transistori) oppure che non sia interrotto il ritorno a massa del circuito dell'emettitore.
	C. - *Trasformatore di accoppiamento difettoso.*	1) Controllare che il primario del trasformatore di accoppiamento non sia interrotto. Ricordarsi di togliere il transistore dal circuito quando si eseguono controlli di resistenza.
	D. - *Condensatore di accoppiamento difettoso.*	1) Controllare che il condensatore di accoppiamento non sia interrotto, ponendo in parallelo ad esso un condensatore sicuramente buono (osservare la polarità).
	E. - *Presa per cuffia difettosa.*	1) Controllare che tale presa non sia interrotta.

Inconveniente	*Causa possibile*	*Prove da eseguire*
II. *Volume basso.*	A. - *Batteria quasi esaurita.*	1) Sostituire la batteria. Controllare l'assorbimento di corrente (vedi I-A-1 Cap. III).
	B. - *Trasformatore di accoppiamento difettoso.*	1) Controllare che non vi siano spire in cortocircuito nel trasformatore di accoppiamento. Variazioni del 20% o più della resistenza a corrente continua rispetto al valore indicato dal costruttore indicano che l'avvolgimento è parzialmente in cortocircuito. Ciò può avvenire con maggiore facilità nell'avvolgimento primario. Ricordarsi di togliere il transistore dal circuito quando si eseguono controlli di resistenza.
	C. - *Condensatore di accoppiamento difettoso.*	Controllare che non sia avvenuta una alterazione della capacità del condensatore di accoppiamento, con conseguente diminuzione del segnale applicato al transistore. Per tale controllo, si ponga in parallelo al condensatore esistente, un condensatore sicuramente buono (osservare la polarità).
	D. - *Tensioni di polarizzazione del transistore errate.*	Controllare, alla maniera descritta in I-B-1, I-B-2, I-B-3.
II. *Distorsione.*	A. - *Batteria quasi esaurita.*	Controllare, sostituendo con una batteria nuova.
	B. - *Sbilanciamento fra i transistori in controfase.*	Controllare alla maniera descritta nel paragrafo « controlli di distorsione ad audiofrequenza ». Controllare che non vi sia un transistore difettoso, che il segnale non sia applicato ad un solo transistore e che la polarizzazione non sia errata.
	C. - *Polarizzazione errata.*	Controllare che le polarizzazioni sulla base e sull'emettitore siano corrette. Tensioni emettitore-base insufficienti provocano distorsione di incrocio negli stadi in controfase. Questa distorsione diviene ancora più grave ai bassi livelli di volume. Se la polarizzazione è errata, controllare i circuiti partitori di tensione. Togliere anzitutto i transistori dai circuiti. Inoltre, controllare che i trasformatori di entrata e di uscita o i condensatori non siano difettosi.

CAPITOLO V

AMPLIFICATORI A FREQUENZA INTERMEDIA E A RADIOFREQUENZA

Amplificatori a frequenza intermedia (FI)

La funzione dell'amplificatore a frequenza intermedia è di amplificare la frequenza intermedia prodotta dallo stadio mescolatore o convertitore. Inoltre, l'amplificatore a frequenza intermedia apporta la necessaria selettività, eliminando i segnali a radiofrequenza, quello dell'oscillatore locale e il segnale a frequenza somma ottenuto nel battimento fra il segnale a radiofrequenza e quello dell'oscillatore.

Gli amplificatori a FI sono analoghi agli amplificatori ad audiofrequenza, eccetto che i circuiti di entrata e di uscita sono accordati.

Quasi sempre, fra convertitore (o mescolatore, a seconda dei casi) e amplificatore a FI e fra questo e il rivelatore si usa l'accoppiamento a trasformatore. I circuiti accordati dell'amplificatore a frequenza intermedia sono sintonizzati sull'esatto valore di frequenza intermedia, mediante nuclei magnetici spostabili nelle bobine. Questi nuclei variano l'induttanza delle bobine del trasformatore.

Se si eccettuano rari casi, tutti i radioricevitori a transistori impiegano due stadi di amplificazione a frequenza intermedia. A questo modo si ottiene un maggiore guadagno ed una maggiore selettività a FI, rispetto a quando si usa un solo stadio.

Fra gli stadi amplificatori a FI si adotta l'accoppiamento a trasformatore. Tali trasformatori possono essere ad un solo circuito accordato oppure a due circuiti accordati. Questo secondo tipo presenta il vantaggio di una maggiore selettività.

Semplice circuito amplificatore a FI.

In Fig. 5-1 è illustrato un amplificatore a FI a due stadi. Il segnale del convertitore è accoppiato alla base del primo transistore a frequenza intermedia tramite il trasformatore T_1. Sull'emettitore del primo stadio è applicata la tensione del CAG (controllo automa-

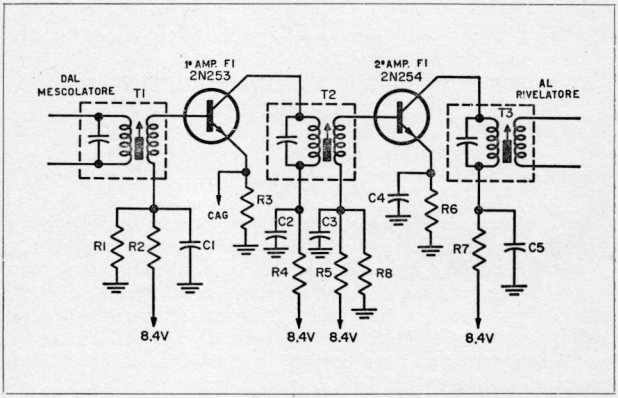


Fig. 5-1. - Canale amplificatore a frequenza intermedia usato in molti ricevitori commerciali ad onde medie. La frequenza intermedia è a 455 kHz.

tico di guadagno), la quale serve a ridurre il guadagno man mano che aumenta il livello del segnale di antenna. Il trasformatore T_2 accoppia il segnale a FI alla base del secondo amplificatore a FI, mentre T_3 accoppia il segnale a FI al rivelatore.

I circuiti di disaccoppiamento (R_2-C_1, R_4-C_2, R_5-C_3, R_7-C_5) provvedono al necessario isolamento fra gli stadi. I condensatori forniscono una via di fuga a bassa impedenza verso massa per i segnali alternati mentre i resistori si oppongono alle correnti di segnale. A questo modo i segnali alternati vengono tenuti lontano dall'alimentatore e non pos-

sono mescolarsi o battere con altri segnali nel ricevitore. I resistori inoltre forniscono la necessaria polarizzazione fissa e l'autopolarizzazione allo stesso modo come avviene per un amplificatore audio.

Nei ricevitori in cui non si usano stadi di amplificazione a radiofrequenza (RF) si ha minore probabilità di innesco e quindi minore necessità di disaccoppiamento. Alcuni costruttori hanno tratto vantaggio da ciò, eliminando in qualche caso tali condensatori.

Considerazioni sulla larghezza di banda.

È preferibile che gli amplificatori a frequenza intermedia abbiano una curva di risposta acuta. Man mano che aumenta la larghezza di

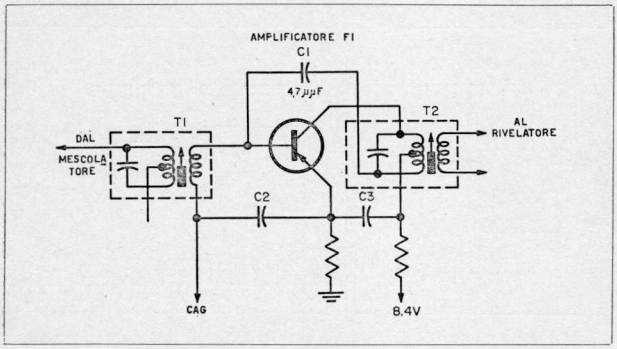


Fig. 5-2. - Amplificatore a frequenza intermedia a 455 kHz impiegante la neutralizzazione per migliorare la stabilità del circuito. I trasformatori a FI hanno prese intermedie per l'adattamento di impedenza e per migliorare così il trasferimento di segnale fra gli stadi.

banda diminuisce il guadagno. I transistori, essendo dispositivi ad impedenza bassa, costituiscono un carico resistivo sui circuiti risonanti, abbassandone il Q.

Per ottenere una larghezza di banda più stretta, i circuiti accordati vengono spesso eseguiti con prese intermedie, così da presentare punti

ad impedenza bassa e ottenere in tal modo un migliore adattamento di impedenza con il transistore. In Fig. 5-2 è illustrato un esempio del genere. Il primario di T_2 è munito di presa intermedia in modo da fornire un adattamento migliore fra la bassa impedenza di uscita del transistore e l'impedenza del trasformatore. Il primario di T_1 ha una presa intermedia per l'adattamento con l'impedenza di uscita del transistore mescolatore.

Neutralizzazione.

L'amplificatore a FI illustrato in Fig. 5-2 contiene una reazione fra il primario T_2 e la base del transistore amplificatore a FI, attraverso il condensatore C_1. Questa reazione neutralizza la capacità esistente in-

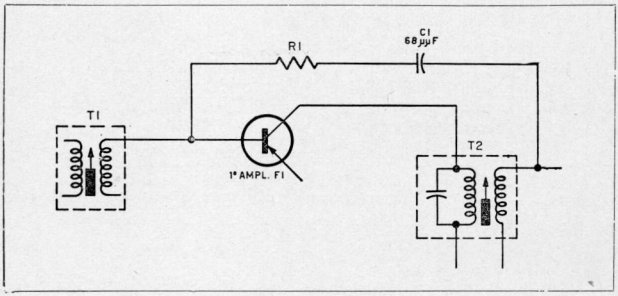


Fig. 5-3. - Altro sistema di neutralizzazione. Il segnale di reazione viene ottenuto dal segnale di entrata dello stadio successivo.

ternamente al transistore e nel circuito associato. A questo modo si ha una minore tendenza alla instabilità del circuito e si rende più facile l'intercambiabilità del transistore.

Per la neutralizzazione occorre che il segnale di reazione abbia ampiezza molto piccola e sia in opposizione di fase. Questo segnale può anche essere ottenuto dal secondario del trasformatore di uscita (Fig. 5-3).

Amplificatore reflex a FI.

Il circuito reflex di amplificatore a frequenza intermedia sta diffondendosi sempre più a causa dell'economia che con esso si realizza (Fig. 5-4). In tale circuito, il segnale ad audiofrequenza generato nel rivelatore viene riportato indietro alla base del secondo transistore amplificatore a FI, attraverso la resistenza R_1. Pertanto questo stadio

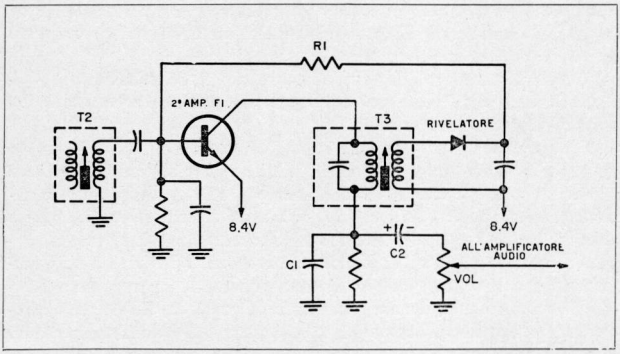


Fig. 5-4. - Amplificatore reflex (frequenza intermedia e audiofrequenza). Il circuito amplifica contemporaneamente la frequenza intermedia e l'audiofrequenza e fra i due segnali non si ha alcuna influenza reciproca.

funziona contemporaneamente da amplificatore a frequenza intermedia e da amplificatore ad audiofrequenza. Non si ha alcuna azione reciproca fra i due segnali per il fatto che il segnale a frequenza intermedia si sviluppa ai capi di un circuito accordato (trasformatore a frequenza intermedia), mentre il segnale ad audiofrequenza si sviluppa sul carico resistivo (regolatore di volume), in serie con il trasformatore a frequenza intermedia. Il trasformatore a frequenza in-

termedia non presenta praticamente alcuna impedenza alle audiofrequenze mentre i segnali a frequenza intermedia vanno a massa attraverso C_1.

Amplificatore a radiofrequenza (RF).

L'amplificatore a RF riceve il segnale captato dalla antenna, lo seleziona (accorda), lo amplifica e lo invia allo stadio mescolatore (o convertitore). L'amplificatore a RF apporta quindi un contributo alla sensibilità e alla selettività del ricevitore. Inoltre con esso si ha un minore livello di rumore per i segnali deboli e si riduce la probabilità che si verifichino distorsioni per sovraccarico sui segnali forti (dato che quasi sempre lo stadio amplificatore a RF viene sottoposto all'azione del controllo automatico di guadagno).

Un altro vantaggio dell'amplificatore a RF è l'eliminazione dell'interferenza alla frequenza immagine, inconveniente caratteristico dei ricevitori a supereterodina.

L'interferenza alla frequenza immagine avviene quando è presente un segnale su una frequenza, che è più alta di quella che si desidera ricevere, per un valore doppio della frequenza intermedia. Quando avviene ciò, entrambi i segnali (quello a frequenza desiderata e che è a 455 kHz al di sotto della frequenza dell'oscillatore e il segnale immagine che è a 455 kHz al di sopra della frequenza dell'oscillatore) batteranno con il segnale dell'oscillatore, generando un segnale a FI a 455 kHz. Siccome nella maggior parte dei casi, la differenza di frequenza fra i due segnali non è esattamente di 910 kHz (doppio di 455 kHz) avviene che i segnali a FI avranno frequenze leggermente diverse le quali, battendo ancora fra loro, daranno luogo ad un fischio.

Siccome l'amplificatore a RF seleziona il segnale a radiofrequenza in arrivo, lasciando passare soltanto quello a frequenza desiderata, esso riduce l'interferenza della frequenza immagine. Naturalmente, un amplificatore a RF con entrata accordata e uscita accordata presenterà una minore larghezza di banda e quindi aumenterà la selettività.

Circuito fondamentale di amplificatore a RF.

In Fig. 5-5 è illustrato un tipico amplificatore a RF del tipo che si usa per sintonizzare la gamma delle onde medie (535÷1605 kHz). L'antenna con nucleo di ferrite L_1 è accordata sulla desiderata fre-

quenza mediante il condensatore variabile di accordo C_1. Il segnale in arrivo viene induttivamente accoppiato alla base del transistore amplificatore a RF mediante un piccolo avvolgimento su L_1, a sua volta l'uscita dell'amplificatore a RF è accordata da un'altra sezione di C_1

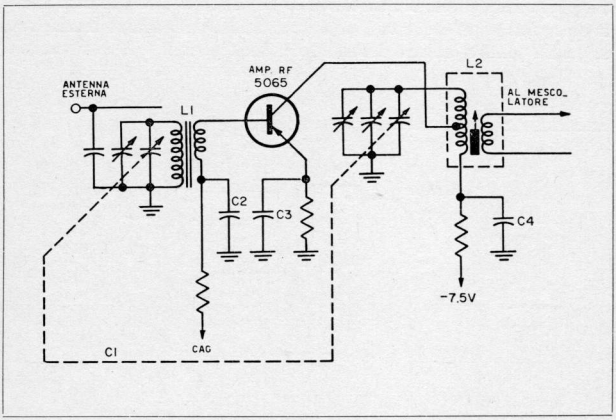


Fig. 5-5. - Amplificatore accordato a radiofrequenza impiegante un circuito ad emettitore comune. Questo circuito amplificatore serve ad amplificare il segnale in arrivo.

e dal primario di L_2. Questo primario è munito di presa intermedia, allo scopo di fornire un migliore adattamento di impedenza con il circuito di collettore del transistore.

I compensatori posti sul condensatore d'accordo servono ad ottenere una sensibilità costante su tutta la gamma. I condensatori C_2, C_3 e C_4 forniscono il necessario disaccoppiamento per i circuiti amplificatori a FI. Se si dispone di un'antenna esterna, questa verrà accoppiata all'antenna a ferrite mediante un piccolo tratto di conduttore incollato parallelamente alla bobina di antenna.

Riparazione degli stadi amplificatori a FI

Prova immediata.

Se si applica momentaneamente una piccola tensione positiva (negativa nel caso di transistori *n-p-n*) al collettore del transistore amplificatore a FI e successivamente alla base dello stesso transistore, si dovrà sentire un colpo sull'altoparlante (purchè gli altri circuiti

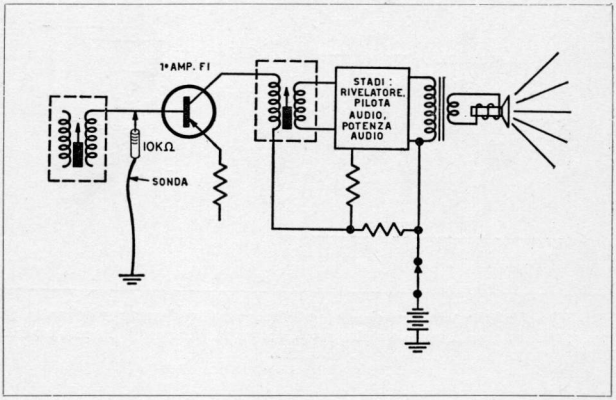


Fig. 5-6. - Prova immediata dello stadio amplificatore a frequenza intermedia.

fra questo stadio e l'altoparlante funzionino correttamente). In Fig. 5-6 è illustrata questa prova.

Se il colpo viene sentito quando si tocca il collettore mentre non viene sentito quando si tocca la base, vuol dire che lo stadio è difettoso. In un circuito correttamente funzionante, quando si tocca la base si dovrà sentire un colpo molto più forte di quanto si tocca il

collettore. Se sono usati due o più stadi amplificatori a frequenza intermedia questi verranno provati allo stesso modo.

Per controllare il funzionamento degli amplificatori a RF o a FI si può usare anche il generatore di segnale di rumore. Con questo si ottengono risultati più attendibili nelle prove di questi circuiti, dato che il generatore contiene armoniche che cadono nel campo della frequenza intermedia e della radiofrequenza (vedasi il Cap. X per notizie sulla costruzione e sull'uso dei generatori di segnale di rumore).

Il segnale di rumore dovrà essere applicato dapprima al collettore e poi alla base del transistore a frequenza intermedia. Quando lo si applica alla base si dovrà avvertire un sensibile aumento di volume, rispetto a quando il segnale viene applicato sul collettore. Naturalmente, ciò avviene se il circuito in prova funziona correttamente.

L'applicazione del segnale al circuito di entrata dell'amplificatore a radiofrequenza dovrà essere attuata come segue. Si costruisce una bobina di 6-8 spire di filo isolato e si collegano i capi di tale bobina all'uscita del generatore. Il diametro della bobina deve essere sufficientemente largo, così da consentire al nucleo di ferrite di entrare dentro la bobina.

Man mano che si avvicina la bobina all'antenna (tenendola parallela ad una estremità del nucleo di ferrite), si dovrà sentire sempre più forte la modulazione del generatore, se il circuito è funzionante.

Controllo del guadagno.

Il guadagno di un tipico stadio amplificatore a FI si aggira fra 15 e 20. Un controllo grossolano del guadagno può essere effettuato con il metodo illustrato in Fig. 5-7. Ai capi della bobina mobile dell'altoparlante si collega un oscilloscopio, che servirà da indicatore. Si applica un segnale a frequenza intermedia (modulato al 30÷60%) dapprima sul collettore e poi sulla base del transistore, interponendo un condensatore da 0,005 μF.

L'uscita del generatore di segnale verrà tenuta ad un livello tale da dare sull'oscilloscopio una indicazione appena misurabile. Un segnale troppo ampio sovraccaricherebbe lo stadio e darebbe una indicazione errata del guadagno.

L'eventuale distorsione si manifesterà sotto forma di taglio o di distorsione del segnale sinusoidale sullo schermo dell'oscilloscopio. In alcuni ricevitori sarà necessario non eseguire il collegamento fra

la massa del generatore e la massa del ricevitore, per evitare il sovraccarico del circuito.

Quando il segnale del generatore viene applicato alla base del transistore si dovrà ottenere sull'oscilloscopio una traccia da 15 a 20 volte

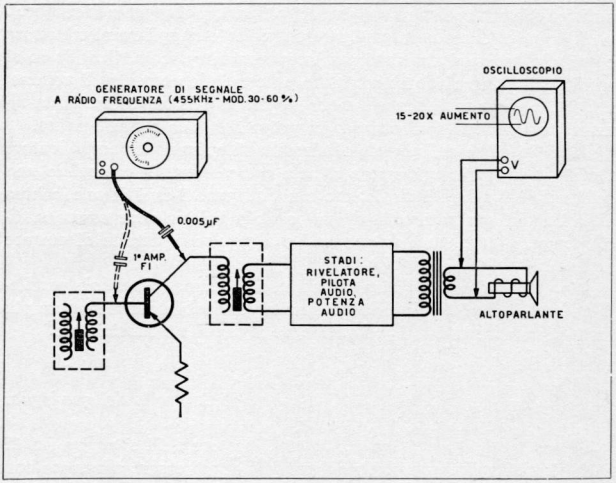


Fig. 5-7. - Prova col segnale del guadagno dello stadio amplificatore a frequenza intermedia.

più alta di quella che si ha quando il segnale viene applicato sul collettore dello stesso transistore. Se sono impiegati due stadi amplificatori a FI, la prova suddetta verrà eseguita per ognuno dei due stadi. Passando dal secondo al primo si dovrà vedere che il guadagno dell'amplificatore aumenta man mano che il segnale viene applicato più vicino all'entrata dell'amplificatore.

GUIDA PER LA RIPARAZIONE DEGLI AMPLIFICATORI A FI

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
I. *Assenza di suono.*	A. - *Trasformatore a FI difettoso.*	1) Controllare il trasformatore a FI dopo aver tolto il transistore dal circuito e misurando la resistenza a corrente continua degli avvolgimenti del trasformatore.
		2) Controllare che il trasformatore sia accordato sulla frequenza corretta. Vedansi le modalità sulla sostituzione dei trasformatori a FI, che riporteremo fra poco.
	B. - *Zoccolo difettoso con cattivo contatto (se usato).*	Controllare lo zoccolo difettoso e sostituirlo con uno sicuramente buono.
	C. - *Transistore difettoso.*	Controllarlo sostituendolo con un transistore uguale, sicuramente buono.
	D. - *Interruzioni o cortocircuiti nel cablaggio.*	1) Molto spesso i ricevitori fanno uso di circuiti stampati. Controllare la posizione in cui si ha interruzione o cortocircuito, mediante prove di continuità e di resistenza. Prima di eseguire queste prove, togliere il transistore dal circuito.
		2) Controllare che non si abbiano cortocircuiti o interruzioni intermittenti. Per questo controllo si eseguiranno misure di resistenza mentre si flette il telaio a circuito stampato e mentre si spostano i componenti. Appoggiando il telaio su una lampadina ad incandescenza da 60 W accesa e flettendolo diverranno evidenti le interruzioni di collegamenti stampati.
		3) Controllare che eventuali gocce di stagno non pongano in contatto due collegamenti stampati oppure non facciano avvenire contatti fra uno dei terminali dei trasformatori a frequenza intermedia e lo schermo (che di solito è a massa).
		4) Se sono usati zoccoli per i transistori, controllare accuratamente i loro collegamenti con il telaio a circuito stampato.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
I. *Basso guadagno o distorsione (impossibilità di ricevere stazioni lontane).*	A. - *Tensioni di polarizzazione del transistore errate.*	Controllare la tensione di polarizzazione base-emettitore alla maniera indicata in Fig. 5-8 (per il tipo *p-n-p* collegare la massa del voltmetro a valvola alla base del transistore; per il tipo *n-p-n* collegarla all'emettitore del transistore). La tensione deve essere compresa fra 0,18 e 0,22 V, nel senso della polarizzazione diretta. Se la tensione è troppo alta il transistore conduce eccessivamente e la tensione di collettore si abbassa. Se è bassa oppure se è di polarità opposta, il guadagno del transistore risulta basso (oppure il transistore non conduce affatto). Se le tensioni sono errate, controllare che i partitori di tensione della base e dell'emettitore abbiano resistenze corrette, e controllare che gli avvolgimenti dei trasformatori, come pure i condensatori di fuga, non abbiano valori errati, cortocircuiti, dispersioni o interruzioni.

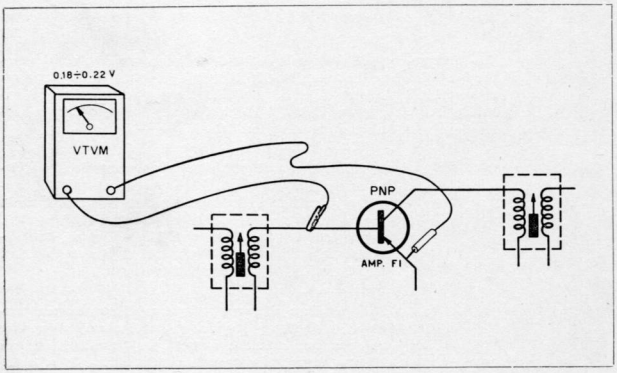


Fig. 5-8. - Controllo della tensione base-emettitore per un transistore amplificatore a frequenza intermedia. Per un transistore *p-n-p* i terminali del voltmetro elettronico (V T V M) debbono essere invertiti. In un circuito correttamente funzionante, la tensione deve essere compresa fra 0,18 e 0,22 V.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
	B. - *Diodo di sovraccarico difettoso.*	Se è usato un diodo di sovraccarico inserito fra l'estremità in basso del primario del trasformatore di uscita a FI e l'estremità in alto del primario del primo trasformatore a FI, controllare il diodo. Un diodo interrotto provoca distorsione quando il segnale è forte. Un diodo invertito provoca una cattiva sensibilità (se il diodo è in cortocircuito non si ha ricezione).
	C. - *Allineamento difettoso.*	Controllare l'allineamento a FI alla maniera descritta dopo questa tabella. Se non si ha un picco di risonanza netto, controllare che qualche condensatore di fuga non sia interrotto, che non vi siano spire in cortocircuito nel trasformatore a FI o che non vi siano altri difetti nel circuito.
	D. - *Condensatore filtro CAG difettoso.*	Controllare che non sia interrotto ponendovi in parallelo un altro condensatore sicuramente buono.
III. *Innesco* -	A. - *Alta impedenza nel circuito di massa del ricevitore.*	Nei radioricevitori a transistori, questo circuito è più critico che nei ricevitori a tubi elettronici, a causa delle basse impedenze dei circuiti a transistori rispetto a quelle dei tubi elettronici. Una saldatura mal fatta può presentare una resistenza alta in confronto con l'impedenza del circuito e quindi può causare innesco. Lo stesso avviene nel caso di alta impedenza a corrente alternata dei condensatori nelle apparecchiature transistorizzate. 1) Controllare tutte le saldature di massa. Controllare che le alette di fissaggio dei trasformatori a FI non siano allentate, con conseguente alta resistenza di collegamento. Controllare (se esistono) i punti di saldatura con lo schermo del trasformatore a FI. In alcuni casi, ponendo dei cavallotti saldati fra i differenti collegamenti di massa dell'amplificatore a FI, si ottiene l'eliminazione degli inneschi. 2) Controllare i condensatori filtro di alimentazione. Se essi hanno capacità bassa, possono provocare l'innesco. Per tale controllo, porre in parallelo al condensatore che si ritiene difettoso un condensatore sicuramente buono. In qualche caso si ha vantaggio ad aumentare la capacità del condensatore filtro. Controllare che non vi siano saldature difettose.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
		3) Controllare i transistori a FI per accertarsi che siano efficienti. Se un transistore genera innesco sarà preferibile sostituirlo con un altro di minore guadagno. Le condizioni spesso migliorano scambiando fra loro i due transistori a frequenza intermedia, quando sono dello stesso tipo. Controllare il condensatore di neutralizzazione, se usato, correggendone la capacità.
		4) Controllare che i trasformatori a FI non siano stati installati in maniera non corretta. Verificare anche gli avvolgimenti del trasformatore.
		5) Controllare l'allineamento a FI.
		6) Controllare la batteria. Se essa è quasi esaurita presenta resistenza interna. Controllare che i collegamenti dell'alloggiamento della batteria non siano rivettati male. In questo caso, per evitare che questi introducano una resistenza alta, sarà consigliabile saldare i collegamenti ai rivetti.
	B. - *Amplificatore a RF difettoso.*	Controllare l'amplificatore a RF (vedi notizie alla fine di questo capitolo).
	C. - *Stadio convertitore difettoso.*	Controllare il circuito del convertitore (vedi notizie nel Cap. VI).

Procedura di allineamento a FI e a RF

Sebbene la procedura di allineamento di un radioricevitore a transistori sia alquanto differente da quella di un ricevitore a tubi elettronici, l'apparecchiatura usata è la stessa. Prima di incominciare l'allineamento, accertarsi che la tensione della batteria sia giusta (eseguire questo controllo sotto carico), allo scopo di ottenere il migliore allineamento possibile. Inoltre, prima di incominciare, accertarsi che il ricevitore funzioni regolarmente.

In alcuni ricevitori a transistori è necessario togliere l'altoparlante e il relativo supporto di fissaggio dal telaio a circuito stampato, per

poter agire sui nuclei dei trasformatori a FI. In questi casi, il supporto di fissaggio dell'altoparlante è saldato al telaio a circuito stampato e quindi, per toglierlo, occorrerà dissaldarlo.

Avvertenza. In alcuni ricevitori, il montaggio dell'altoparlante è eseguito mediante fascette munite di orecchiette, le quali debbono essere raddrizzate per poter venire sfilate.

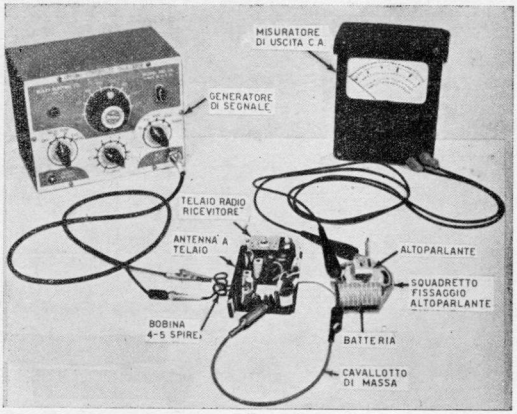


Fig. 5-9. - Disposizione degli strumenti per l'allineamento a frequenza intermedia di un radioricevitore a transistori.

Dopo aver distaccato l'altoparlante si dovrà eseguire un cavallotto di massa fra il supporto dell'altoparlante e la massa del telaio. In Fig. 5-9 è illustrato un tale tipo di montaggio.

Per evitare di slabbrare il taglio di regolazione dei nuclei iperferro dei trasformatori a FI si dovrà usare un giravite isolante in fibra o

materiale plastico, la cui lama penetri bene nel taglio del nucleo. In Fig. 5-10 è illustrato questo utensile.

Nella Fig. 5-9 è illustrata una tipica apparecchiatura per l'allineamento. In essa, i trasformatori a FI sono disposti in modo da essere agevolmente regolati (per l'allineamento a RF si dovrà distaccare il supporto dell'altoparlante dal telaio a circuito stampato).

Il segnale di prova a FI viene applicato costruendo una bobina con 4 o 5 spire di filo, le cui estremità andranno collegate all'uscita del generatore di segnali e avvicinandola all'antenna a ferrite del ricevi-

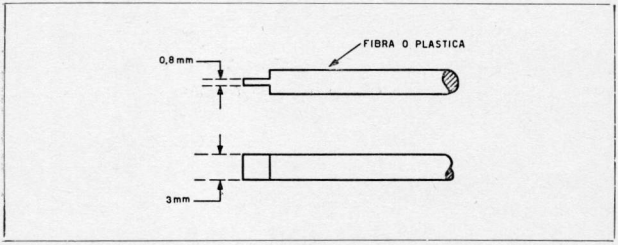


Fig. 5-10. - Cacciavite per allineamento.

tore. *Il generatore di segnali non deve mai essere collegato direttamente al ricevitore.* L'uscita del generatore deve essere tenuta sufficientemente bassa tanto da ottenere una indicazione visibile sul voltmetro a valvola o sul misuratore di uscita.

Se durante l'allineamento si rileva che quando si regola il nucleo del trasformatore a FI, il picco della curva di risposta è molto largo o che si hanno due picchi, significa che il generatore di segnali dà una uscita eccessiva, la quale deve venir ridotta. Per ridurre il segnale si può allontanare la bobinetta dall'antenna oppure si può ridurre l'uscita del generatore.

Durante l'allineamento a RF bisogna accertarsi che la mano dell'operatore oppure altri oggetti metallici non vadano vicino alla bobina di antenna, poichè in questo caso si altererebbe l'allineamento.

che risulterebbe non più corretto. Se il lavoro viene eseguito su un tavolo metallico da laboratorio accertarsi che la bobina sia ad almeno 15 cm dalla superficie metallica del tavolo.

Per l'indicazione, si inserisca un oscilloscopio o un voltmetro a valvola o un misuratore di uscita (usare la posizione c. a. dello strumento) in parallelo alla bobina mobile. Il regolatore di volume deve essere regolato sul massimo.

Se l'allineamento del ricevitore non è corretto, dopo che il ricevitore sia stato montato sulla sua custodia, vuol dire che durante l'introduzione nella custodia i compensatori sono stati mossi. Per evitare ciò, fissare i compensatori dopo l'allineamento con mastice da bobine (fare in modo che il mastice non penetri fra le armature del compensatore).

È evidente che, tutte le volte che si sostituisce il transistore oscillatore, mescolatore o uno dei transistori a frequenza intermedia, oppure quando si cambia un trasformatore a FI o una bobina, bisogna controllare l'allineamento.

Sostituzione del trasformatore a FI

I trasformatori a frequenza intermedia possono interrompersi, andare in cortocircuito oppure i loro avvolgimenti possono corrodersi. Un trasformatore a frequenza intermedia interrotto fa cessare il funzionamento del ricevitore. L'interruzione può essere rivelata dalla mancanza di normale tensione sul collettore o sulla base del transistore (purchè non sia usata la polarizzazione a partitore nella base del transistore). Un trasformatore a frequenza intermedia che sia andato in cortocircuito può provocare assoluta assenza di suono, oppure un suono debole e distorto.

Se gli avvolgimenti di un trasformatore a frequenza intermedia sono corrosi si avrà un guadagno assai basso e un funzionamento rumoroso. In questo caso, la resistenza a corrente continua dell'avvolgimento del trasformatore risulterà molte volte maggiore del suo valore normale.

Esistono molti tipi di trasformatori a frequenza intermedia usati nei circuiti di amplificatori a FI dei radioricevitori a transistori. Sarebbe perciò necessario avere a disposizione una grande quantità di trasformatori a FI dei vari tipi, per poter sostituire un eventuale trasformatore difettoso con un trasformatore perfettamente uguale.

Evidentemente non sempre è possibile ciò e allora si adotterà un trasformatore di ricambio di tipo universale, che si adatti meglio possibile al trasformatore difettoso, per quanto concerne tipo di nucleo, valore di frequenza intermedia, dimensioni e caratteristiche (impedenze di entrata e di uscita, prese intermedie, ecc. . .).

Bisogna accertarsi che, nel montaggio del trasformatore, quest'ultimo risulti orientato correttamente in modo che i reofori corrispondenti all'avvolgimento ad alta impedenza risultino vicini al collettore dello stadio precedente mentre quelli dell'avvolgimento a bassa impedenza siano rivolti verso la base dello stadio successivo.

La resistenza a corrente continua degli avvolgimenti dei trasformatori a frequenza intermedia varia fra 3 e 8 Ω per il primario e da 0,25 a 2 Ω per il secondario.

I reofori (terminali) del trasformatore possono essere numerati oppure colorati con puntini di colore, allo scopo di poterli individuare.

Una erronea sostituzione di un trasformatore a FI difettoso con un altro molto diverso darà luogo ad inneschi, assenza di suono, basso volume di suono o distorsione.

Molto spesso, lo schermo del trasformatore a FI fa parte del circuito di massa del ricevitore. È quindi necessario accertarsi che nella sostituzione non rimanga interrotto il circuito di massa. Qualora ciò dovesse avvenire, basterà semplicemente inserire un cavallotto di filo in modo da dare continuità al circuito di massa.

Dopo aver installato il nuovo trasformatore bisogna sempre controllare l'allineamento a FI e l'allineamento dell'oscillatore locale (se il trasformatore era quello di entrata all'amplificatore a FI).

Riparazione degli stadi amplificatori a RF

Controllo del circuito.

Si irradi un segnale a radiofrequenza (modulato al 30-60%) mediante una bobina posta vicino alla bobina di antenna del ricevitore (vedi Fig. 5-9). Si mantenga l'uscita del generatore ad un livello appena sufficiente ad ottenere un ragionevole livello di uscita dell'altoparlante del ricevitore. Si regola il comando di volume del ricevitore per il massimo guadagno e l'eventuale regolatore di tonalità per la massima riproduzione di note alte. Se si dispone di un misuratore di uscita, lo si porrà in parallelo alla bobina mobile dell'altoparlante.

Si regola la manopola di sintonia del ricevitore in modo da captare il segnale a radiofrequenza sviluppato dal generatore. Se la nota di modulazione del generatore viene ricevuta con forte intensità nell'altoparlante del ricevitore, l'amplificatore a RF funziona regolarmente. Inoltre, spostando la manopola di sintonia del ricevitore in modo da non ricevere più il segnale del generatore, si dovranno sentire nell'altoparlante disturbi e scariche di tipo atmosferico o industriale. Se il livello di disturbi si mantiene molto basso, vuol dire che il guadagno del ricevitore è insufficiente e che lo stadio amplificatore a radiofrequenza non funziona correttamente.

GUIDA PER LA RIPARAZIONE DEGLI AMPLIFICATORI A RF

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
I. *Assenza di ricezione*	A. - *Bobina di antenna interrotta.*	1) Controllare se iniettando un segnale a radiofrequenza attraverso un condensatore da 250 μμF all'estremità « calda » della bobina di antenna o al reoforo del transistore al quale la bobina di antenna è collegata, si ripristina la ricezione. Il collegamento di massa del generatore non deve essere collegato direttamente sul circuito di massa del radioricevitore. Se non si ha ricezione, si eseguirà con un ohmetro il controllo della continuità della bobina di antenna. Ricordarsi di togliere il transistore prima di eseguire questa prova.
	B. - *Condensatore variabile di sintonia in cortocircuito.*	1) Di solito questo inconveniente è causato da lamine del rotore che, nella loro rotazione, vanno a toccare le lamine dello statore. Può essere anche causato dal compensatore che sia in cortocircuito (di solito a causa della rottura del foglio di mica).
	C. - *Condensatore di fuga in cortocircuito.*	Misurare la polarizzazione sui reofori del transistore. Nell'eseguire controlli di resistenza, ricordarsi di togliere il transistore dal suo zoccolo.
	D. - *Transistore difettoso.*	1) Sostituire il transistore con un altro perfettamente uguale (verificare dapprima la polarizzazione, per controllare che sia corretta). Usare un provatransistori oppure la procedura indicata nel Cap. X per accertare eventuali cortocircuiti, interruzioni o dispersioni nel transistore. Questi controlli non forniscono però alcuna indicazione sul guadagno del transistore alle radiofrequenze, per cui è necessario procedere ad una sostituzione provvisoria del transistore con un altro dello stesso tipo. 2) Se non si dispone di un transistore di ricambio di tipo uguale a quello usato nel ricevitore, si può adottare la seguente procedura, applicabile alla maggior parte dei radioricevitori: si toglie il transistore amplificatore a radiofrequenza e si collega un cavallotto fra l'antenna e il terminale di collettore sullo zoccolo del transistore (Vedi Fig. 5-11). Si accorda il ricevitore. Se si capta sia pure leggermente, qualche segnale, mentre prima non si riceveva alcun segnale, vuol dire che il transistore è interrotto.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
	E. - *Commutatore di gamma difettoso (nei ricevitori multigamma).*	Togliere dai loro zoccoli il transistore amplificatore a radiofrequenza e quello mescolatore ed eseguire una prova di resistenza sul commutatore.

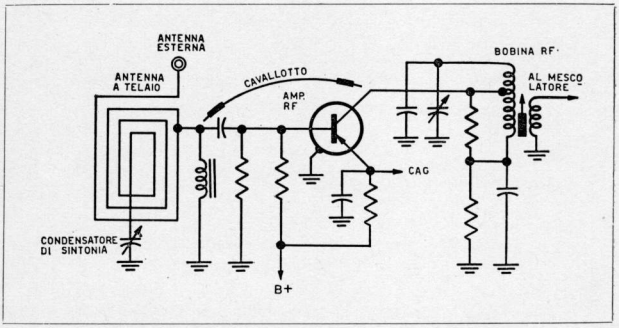


Fig. 5-11. - Metodo per controllare un transistore difettoso, quando non si dispone di un altro transistore dello stesso tipo e sicuramente buono.

II. *Funzionamento rumoroso.*	A. - *Condensatore variabile di sintonia difettoso.*	Controllare che le lamine non vadano in cortocircuito o che le mollette sul condensatore non facciano cattivo contatto.
	B. - *Cattivi contatti sul commutatore di gamma.*	Pulire con adeguato solvente (tetracloruro di carbonio) e lubrificare (grasso al silicone).
III. *Inneschi.*	A. - *Condensatori di fuga interrotti.*	Controllare i condensatori di fuga (vedi le sezioni relative alla riparazione per inneschi negli amplificatori a frequenza intermedia o nel convertitore).

CAPITOLO VI

OSCILLATORI, CONVERTITORI E MESCOLATORI

Gli oscillatori a transistori funzionano in maniera analoga agli oscillatori a tubi elettronici. Le oscillazioni vengono ottenute facendo in modo che, in un amplificatore, il segnale di uscita venga riportato all'entrata con un'ampiezza sufficiente a superare le perdite del circuito. Si avrà oscillazione quando il guadagno di potenza del circuito è maggiore di 1.

Vi sono molti tipi e varianti di circuiti oscillatori. Tuttavia le oscillazioni di solito rientrano in due tipi fondamentali o classi: oscillazioni sinusoidali e oscillazioni non sinusoidali (a dente di sega, ad onda quadra, ecc . . .). La reazione può essere ottenuta con circuiti a resistenza-capacità (*R-C*) oppure con circuiti ad induttanza-capacità (L-C).

Oscillatori ad onde sinusoidali

Fatte rare eccezioni, tutti gli oscillatori ad onde sinusoidali impiegano la reazione induttiva o capacitiva. Esistono tre circuiti fondamentali (Meissner, Hartley, Colpitts). Nelle Figg. 6-1, 6-2 e 6-3 sono illustrati questi circuiti e i loro equivalenti a tubo elettronico.

L'oscillatore Meissner.

In questo circuito [Fig. 6-1 A] l'oscillazione viene ottenuta mediante un accoppiamento del segnale anodico in fase con il segnale di griglia. La frequenza può essere variata mediante il condensatore varia-

bile C_t. Questo tipo di oscillatore può essere regolato in modo da generare onde sinusoidali oppure intermittenti, mediante una opportuna scelta dei valori dei componenti C_c e R_g.

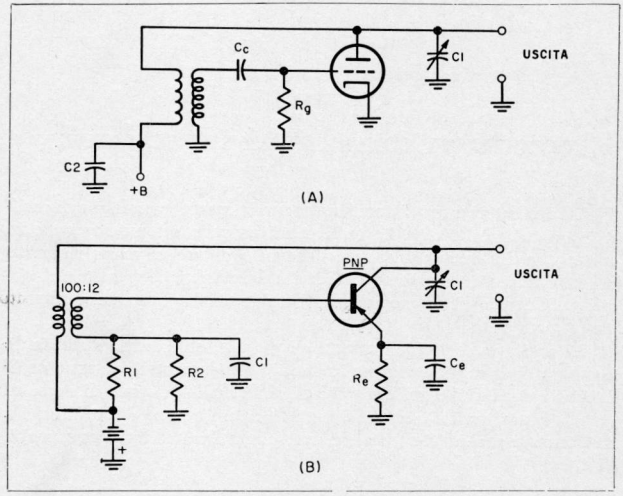


Fig. 6-1. - Circuito oscillatore Meissner a transistore (A). Circuito oscillatore Meissner a tubo elettronico (B).

Il circuito a transistore [Fig. 6-1 (B)] ha esattamente la stessa versatilità di quello a tubo elettronico. Per ottenere una oscillazione sinusoidale si deve regolare il resistore di base R_t in modo che la polarizzazione del transistore risulti appena sufficiente ad evitare l'interdizione del transistore durante escursioni positive di segnale. L'oscillazione può essere resa intermittente regolando opportunamente R_t.

Siccome il transistore è un dispositivo funzionante a corrente, fra collettore e base bisognerà adottare un accoppiamento « con tensione in discesa » invece che con tensione in salita, come avviene per gli oscillatori a tubo elettronico. A questo modo, una piccola variazione della

corrente di collettore provocherà una maggiore variazione della corrente di base e sarà così possibile vincere le perdite del circuito e tenere innescate le oscillazioni.

Il resistore di stabilizzazione R_e, normalmente inserito nel cir-

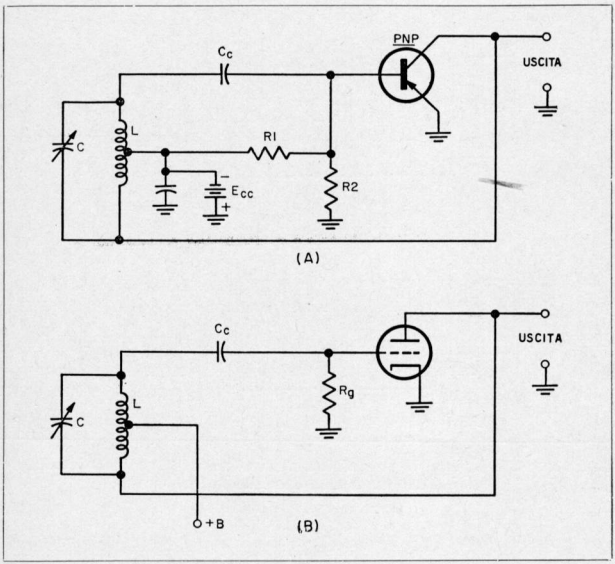


Fig. 6-2. - Circuito oscillatore Hartley a transistore (A). Circuito oscillatore Hartley a tubo elettronico (B).

cuito dell'emettitore, serve a compensare le inevitabili differenze fra un transistore e l'altro, anche se dello stesso tipo. I resistori R_1 e R_2 forniscono la polarizzazione a bassa impedenza per la base del transistore. Se si vuole evitare il funzionamento ad intermittenza, la costante di tempo di R_1 R_2 e C_1 deve essere lunga in confronto con quella di R_e e C_e. Le funzioni di R_e e C_e sono analoghe a quelle di C_c e R_g del

circuito a tubo elettronico di Fig. 6-1 (A) e quindi la costante di tempo dell'emettitore ha molta importanza negli oscillatori.

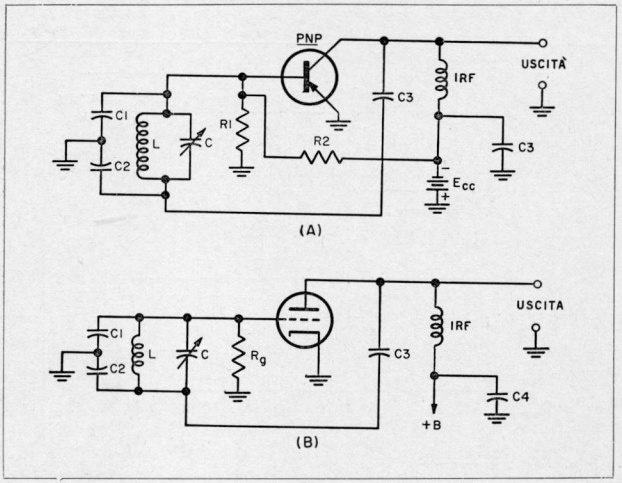


Fig. 6-3. - Circuito oscillatore Colpitts a transistore (A). Circuito oscillatore Colpitts a tubo elettronico (B).

L'oscillatore Hartley.

Nella Fig. 6-2 è illustrato questo circuito in entrambe le versioni: a transistore e a tubo elettronico. Il circuito accordato *L-C* è comune ai circuiti di entrata e di uscita. La tensione del circuito di collettore viene sviluppata su una parte di *L*. Essa induce nel circuito di base una corrente di fase opportuna per poter mantenere l'oscillazione. Inoltre, siccome il transistore è un dispositivo funzionante a corrente, deve esistere un rapporto in discesa fra le tensioni di collettore e di base. Si avrà così un rapporto in salita fra le correnti, come è necessario per poter tenere innescate le oscillazioni.

L'oscillatore Colpitts.

Questo è un altro tipo di oscillatore ad onda sinusoidale ampiamente usato. Nella Fig. 6-3 ne sono illustrate le versioni a transistore e a tubo elettronico. Come nel circuito Hartley, il circuito accordato è comune all'entrata e all'uscita del transistore. I condensatori C_1 e C_2 ripartiscono il segnale in modo da fornire una reazione sufficiente a tenere innescate le oscillazioni; i resistori R_1 e R_2 del circuito a transistori forniscono la polarizzazione opportuna fra base ed emettitore del transistore.

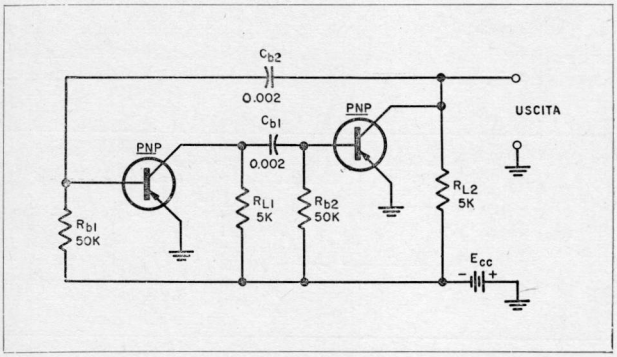


Fig. 6-4. - Circuito multivibratore a transistori con accoppiamento sul collettore.

Oscillatori ad onde non sinusoidali

Gli oscillatori ad onde non sinusoidali servono a generare segnali del tipo ad impulsi. Questi possono essere di forma quadra oppure a dente di sega e possono ripetersi con frequenza regolare o irregolare. La maggior parte di questi circuiti vengono realizzati nella forma di multivibratori ed oscillatori bloccati. Questi sono illustrati nelle Figg. 6-4 e 6-5.

Il multivibratore.

Nella Fig. 6-4 è illustrato il circuito del multivibratore. Come si vede, esso è molto simile al circuito con tubi elettronici. I componenti C_{b1}, C_{b2} e R_{b2} formano una costante di tempo che grossolanamente stabilisce la frequenza di funzionamento. Su questa agiscono anche il punto di interdizione della corrente di collettore (I_{co}) e il punto di interdizione della corrente di emettitore (I_{eo}). La forma d'onda di uscita è essenzialmente un'onda quadra.

L'oscillatore bloccato.

Questo circuito, illustrato in Fig. (6-5) è sostanzialmente analogo al circuito con tubo elettronico. La reazione fra collettore e base avviene tramite il trasformatore T_1. Questo circuito di reazione oscillerà

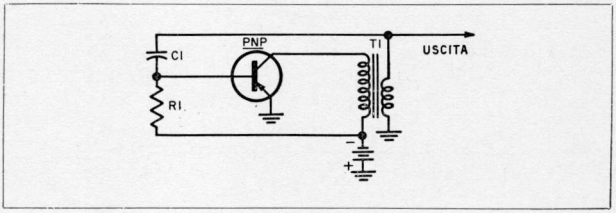


Fig. 6-5. - Circuito di oscillatore bloccato a transistore.

alla frequenza di risonanza del trasformatore e produrrà un'uscita sinusoidale. Inoltre T_1 ha un Q basso e la costante di di tempo R_1 C_1 è sufficientemente lunga, in modo da ottenere un funzionamento analogo a quello del gruppo di autopolarizzazione « per falla di griglia » degli oscillatori bloccati con tubo elettronico. Nel caso del circuito di Fig. 6-5 il gruppo C_1 - R_1 interdice la corrente di collettore e il transistore rimane interdetto fino a quando il condensatore C_1 si scarica attraverso il resistore R_1 tanto da ridurre a meno dell'interdizione la

tensione di polarizzazione e ripristinare così la circolazione della corrente di collettore, che a sua volta fornisce il segnale di reazione alla base. Il circuito funziona, quindi come oscillatore intermittente o oscillatore bloccato. La forma d'onda di uscita è un impulso appuntito.

Circuiti convertitori

Il convertitore è un circuito oscillatore-mescolatore attuato in un solo stadio ed impiegato nei radioricevitori. La versione a tubo elet-

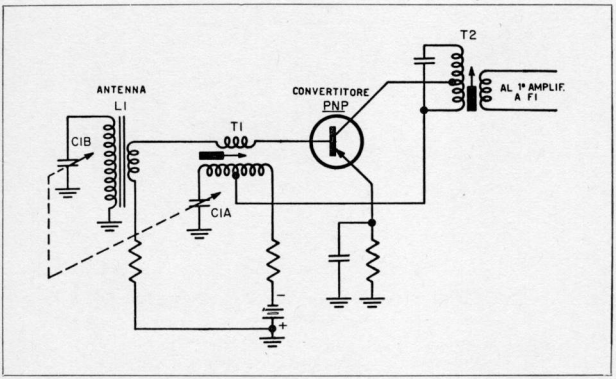


Fig. 6-6. - Tipico circuito convertitore a transistore usato in molti ricevitori portatili ad onde medie.

tronico, impiegante un tubo a pentagriglia, è molto usata nei radioricevitori economici. Nei radioricevitori a transistori la conversione viene ottenuta utilizzando la caratteristica non lineare di un transistore.

In Fig. 6-6 è illustrato un tipico circuito convertitore. Per captare

il segnale è usata un'antenna a ferrite la quale è accoppiata a trasformatore alla base del transistore, mediante un avvolgimento secondario a bassa impedenza. La corrente sviluppata nel secondario circola nel circuito base-emettitore del transistore. Il circuito volano del-

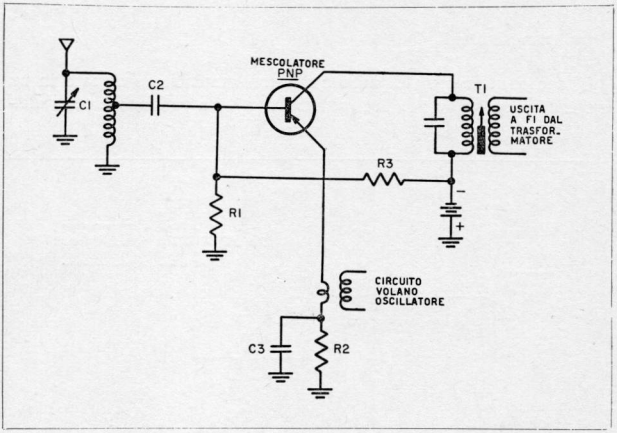


Fig. 6-7. - Esempio di accoppiamento induttivo del segnale dell'oscillatore sul mescolatore.

l'oscillatore è costituito da T_1 combinato con C_1A (condensatore di sintonia). Dal circuito di collettore al primario di T_1 viene portata una tensione a corrente alternata di reazione. Il secondario è un avvolgimento a bassa impedenza che fa circolare la corrente di reazione nel circuito base-emettitore del transistore. Pertanto, nel circuito di base, circolano contemporaneamente la corrente del segnale e la corrente di oscillazione.

Date le caratteristiche di non linearità del transistore, i due segnali battono fra loro creando così un segnale a frequenza intermedia nel circuito di collettore.

Il trasformatore a frequenza intermedia T_2 trasferisce il segnale a

frequenza intermedia a 455 kHz al transistore amplificatore a frequenza intermedia.

Circuiti oscillatore - mescolatore

L'uso di circuiti oscillatore e mescolatore separati in un radioricevitore a transistori offre anzitutto il vantaggio di un aumento del campo di azione del controllo automatico di guadagno. In un circuito convertitore è impossibile attuare il controllo automatico di guadagno, poichè il funzionamento del circuito oscillatore risentirebbe della polarizzazione fornita dal controllo automatico. In molti casi potreb-

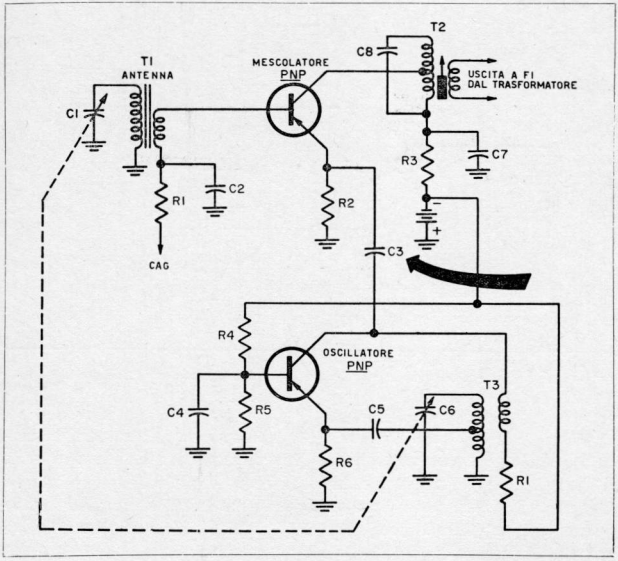


Fig. 6-8. - Esempio di sistema mescolatore-oscillatore impiegante l'accoppiamento capacitivo del segnale dell'oscillatore al mescolatore.

be anche verificarsi la cessazione del funzionamento dell'oscillatore, quando il segnale ricevuto è molto forte.

Invece, l'uso di circuiti mescolatore e oscillatore separati consente di sottoporre il circuito mescolatore all'azione del controllo automatico di guadagno, dato che il funzionamento dell'oscillatore rimane invariato.

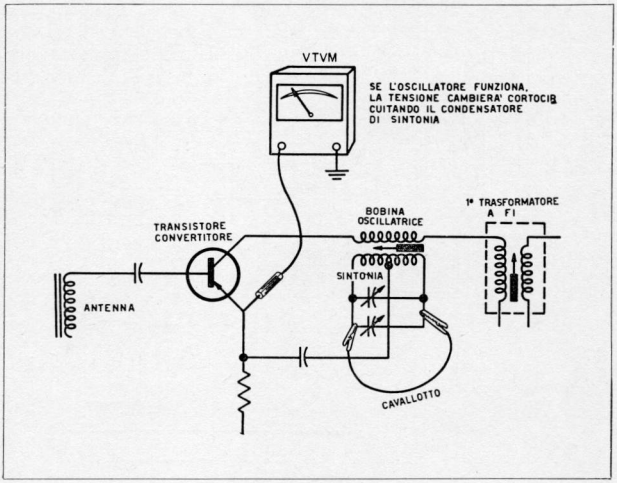


Fig. 6-9. - Prova immediata del funzionamento dell'oscillatore.

Il segnale dell'oscillatore viene quasi sempre iniettato nell'emettitore del transistore mescolatore con accoppiamento induttivo (Fig. 6-7) oppure con accoppiamento capacitivo (Fig. 6-8). La tensione di iniezione dell'oscillatore viene regolata in modo da fornire il massimo guadagno per quel particolare transistore e per quel segnale alla frequenza di funzionamento. La tensione ottima dipende dalla frequenza e di solito occorre adottare una soluzione di compromesso qualora il ricevitore debba captare una gamma di frequenze molto ampia.

Riparazione dei circuiti oscillatore, convertitore e mescolatore

Prova immediata dell'oscillatore.

L'oscillatore locale può essere facilmente controllato come segue: con un voltmetro elettronico si misura la caduta di tensione sul resistore di emettitore dell'oscillatore (Fig. 6-9). Si pone un dito sul con-

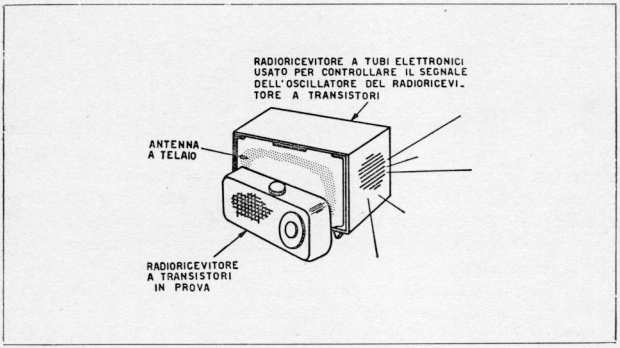


Fig. 6-10. - Per controllare la frequenza dell'oscillatore e la taratura si può usare un altro radioricevitore.

densatore di accordo dell'oscillatore, oppure lo si mette in cortocircuito mediante un pezzetto di filo. A questo modo avverrà la cessazione del funzionamento dell'oscillatore, con conseguente variazione della tensione di emettitore. Se la tensione non cambia, l'oscillatore non funziona. Se invece l'oscillatore funziona e ciò malgrado si ha ragione di ritenere che tale stadio è difettoso, si dovrà controllare la frequenza dell'oscillatore. Ciò può essere fatto mediante un ondametro oscillatore ad assorbimento di griglia (grid-dip meter) oppure mediante il metodo seguente: si pone il ricevitore difettoso vicino ad un ricevitore regolarmente funzionante (preferibilmente facendo in modo che le due antenne siano molto vicine fra loro, come in Fig. 6-10). Si accende il ricevitore regolarmente funzionante e si sintonizza una stazione si-

tuata verso la massima frequenza ricevibile. Si porta la manopola di sintonia del ricevitore difettoso su una frequenza di circa 455 kHz (frequenza intermedia) più bassa della frequenza della stazione ricevuta dal ricevitore efficiente. Se l'oscillatore dell'apparato difettoso funziona regolarmente, si dovrà sentire un fischio nell'altoparlante del ricevitore efficiente quando la frequenza dell'oscillatore del ricevitore difettoso è prossima alla frequenza della stazione. Mediante questo sistema è possibile controllare il funzionamento dell'oscillatore del ricevitore difettoso su tutta la parte bassa della gamma.

Prova immediata del circuito mescolatore.

Si può effettuare una prova immediata del circuito mescolatore adottando lo stesso tipo di prova descritta nel Cap. V a proposito dell'amplificatore a frequenza intermedia. Se, toccando il collettore, si sente un colpo nell'altoparlante, mentre toccando la base non si sente alcun colpo, lo stadio è difettoso. In un circuito funzionante correttamente, il colpo che si sente toccando la base deve essere alquanto più forte di quello che si ha toccando il collettore. Questa prova però non è molto significativa per stadi a radiofrequenza o a frequenza intermedia.

Nel Cap. X descriveremo un metodo per controllare il funzionamento dei circuiti convertitori e mescolatore, mediante il generatore di segnale di rumore. Questa prova è più attendibile di quella che si fa toccando il collettore o la base, dato che le armoniche del generatore di segnale cadono tanto sulla frequenza intermedia come sulla radiofrequenza.

Per controllare con un generatore di segnali campione un circuito mescolatore si procederà come segue: si inietta il segnale a frequenza intermedia (modulato al 30-60%) attraverso un condensatore da 100 - 500 μμF, una volta alla base e una volta al collettore del transistore mescolatore. Quando si inietta il segnale alla base si dovrà avere, nell'altoparlante del ricevitore, un segnale più intenso di quello che si ha quando il segnale del generatore viene applicato al collettore del mescolatore.

Un circuito mescolatore che funzioni correttamente alla frequenza intermedia funzionerà correttamente alle frequenze radio. Però, per stabilire definitivamente ciò, è consigliabile eseguire anche la seguente prova.

Si collega una bobina di 1 - 3 spire ai due terminali del cavo di uscita del generatore a radiofrequenza e si pone tale bobina sul trasformatore di entrata del mescolatore (Fig. 6-11). Se il ricevitore è sprovvisto di stadio amplificatore a radiofrequenza si porrà la bobina sull'antenna a ferrite. Si pone il generatore di segnale a radiofrequenza, modulato al 30-60%, all'estremità alta della banda e si regola la manopola del ricevitore su questa frequenza. Si sposta lentamente la manopola di accordo del generatore da una parte e dall'al-

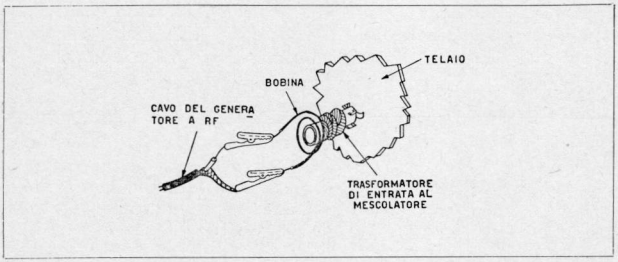


Fig. 6-11. - Una bobina di 2 o 3 spire collegata sul cavo di uscita del generatore a radiofrequenza servirà ad applicare il segnale a radiofrequenza al trasformatore di entrata del mescolatore.

tra rispetto alla frequenza indicata dalla manopola del ricevitore. Se nell'altoparlante del ricevitore non si ha alcun suono, il circuito dell'oscillatore non funziona. Se invece si sente un suono di intensità normale, vuol dire che i circuiti mescolatore e oscillatore funzionano correttamente.

Quando si esegue questa prova su un ricevitore a molte gamme d'onda, la prova stessa va ripetuta all'estremità alta di ogni gamma. In questo caso, occorrerà accertarsi che la bobina del generatore di segnali sia posta sul trasformatore di entrata del mescolatore relativo alla gamma che si vuol controllare. Se il funzionamento è difettoso su una gamma mentre è regolare sulle altre gamme, bisognerà cercare il guasto sul commutatore di gamma o sui circuiti accordati. Se in tutte le gamme non si sente alcun segnale, vuol dire che il circuito oscillatore non funziona.

Controllo del guadagno del mescolatore.

Un circuito mescolatore correttamente funzionante dovrà dare un guadagno a frequenza intermedia compreso fra 5 e 10. Questo guadagno può essere controllato adottando il dispositivo strumentale indicato in Fig. 6-12. Come indicatore si userà un oscilloscopio, che verrà posto in parallelo con la bobina mobile dell'altoparlante. Tramite un condensatore da 0,005 μF si inietta un segnale a frequenza intermedia modulato al 30-60%, una volta alla base e una volta al collettore del transistore mescolatore. Si regola l'uscita del generatore di segnale in modo che sia appena sufficiente a dare una indicazione misurabile e che non sia tanto forte da dare una apprezzabile distorsione al

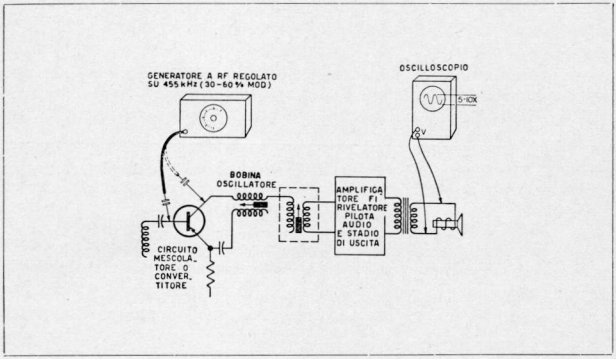


Fig. 6-12. - Apparecchiatura strumentale per controllare il guadagno dello stadio mescolatore (o convertitore).

segnale di uscita. Questa distorsione si manifesterà con il « taglio » del segnale causato da sovraccarico. Quando il segnale a frequenza intermedia viene iniettato sul collettore del transistore mescolatore si dovrà avere una traccia oscilloscopica da 5 a 10 volte più piccola di quando il segnale viene iniettato alla base dello stesso transistore.

GUIDA PER LA RIPARAZIONE DI CIRCUITI OSCILLATORI, CONVERTITORI E MESCOLATORI

Inconveniente	*Causa possibile*	*Prove da eseguire*
I. *Assenza di segnale.*	A. - *Circuito oscillatore non funzionante.*	1) Questo inconveniente verrà messo in evidenza da una tensione di polarizzazione bassa, alta oppure nulla. Si controlli la tensione sugli elettrodi del transistore. Nei circuiti mescolatori a base comune, fra emettitore e base deve esistere una polarizzazione diretta compresa fra 0,05 e 0,025 V. In qualche caso, nei circuiti con base comune (connessa a massa attraverso un condensatore da 0,01 ÷ 0,05 μF) fra base ed emettitore può aversi una polarizzazione inversa. Questo fatto di solito è dovuto ad una bobina oscillatrice difettosa, o a difetti nel condensatore variabile, nel transistore, nei condensatori, nello zoccolo del transistore (se usato). 2) Controllare se l'oscillatore è difettoso, eseguendo una misura di resistenza dopo aver tolto il transistore dal circuito. Si controlli che non vi sia un collegamento interrotto o che un capofilo non sia saldato male. Se la bobina oscillatrice è difettosa, si usi una bobina di ricambio esattamente uguale, per conservare così la graduazione della scala. Nella sostituzione della bobina si faccia attenzione a non alterare i collegamenti del circuito per non provocare oscillazioni o inneschi. Non invertire i collegamenti alla bobina dell'oscillatore, poichè in questo caso il circuito non oscillerebbe a causa dell'errata fase del segnale di reazione. Dopo aver effettuata la sostituzione, riallineare il ricevitore. 3) Controllare che il condensatore variabile non sia difettoso. Le norme per l'eventuale sostituzione del condensatore sono riportate nella successiva II-A-1-5. 4) Controllare che il transistore oscillatore non sia difettoso sostituendolo con un transistore sicuramente buono. Il controllo del transistore oscillatore in un prova transistori non dà alcun affidamento poichè in tale strumento non si misura la frequenza di interdizione.
	B. - *Circuito del mescolatore non funzionante.*	Questo inconveniente normalmente è causato da un trasformatore di entrata difettoso, da un transistore difettoso, dalla interruzione di un collegamento e di solito è indicato da tensioni di polarizzazione erronee sugli elettrodi del trasformatore.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
		1) Controllare che il trasformatore di entrata al mescolatore non sia difettoso, eseguendo misure di resistenza. Ricordarsi di togliere il transistore dal circuito prima di eseguire prove di resistenza. Prima di sostituire il trasformatore, controllare che il filo della bobina non sia spezzato vicino al capofilo. Se è spezzato, asportare un poco dell'isolamento del filo e rifare il collegamento al capofilo. Se necessario, togliere una spira alla bobina per poter eseguire la riparazione. Il trasformatore di entrata al mescolatore deve essere sostituito con un trasformatore esattamente uguale. Eseguita la sostituzione, si debbono riporre i collegamenti nella stessa posizione che avevano originalmente, per evitare eventuali reazioni e inneschi. Sistemare i collegamenti vicino al telaio e lontani dagli altri collegamenti e fare in modo che risultino quanto più corti e diritti possibile. Dopo aver sostituito il trasformatore di entrata del mescolatore, bisognerà rieseguire l'allineamento del ricevitore. 2) Controllare che il transistore non sia difettoso, sostituendolo con uno sicuramente buono. 3) Seguire le norme di riparazione relative agli amplificatori a frequenza intermedia riportate nel Cap. V e che sono valide anche per il mescolatore.
	C. - *Circuito convertitore non funzionante.*	Questo inconveniente si manifesta nei ricevitori aventi un solo transistore che svolga contemporaneamente le funzioni di oscillatore e mescolatore. Seguire quanto detto nella Sezione I-A-2 avanti. Controllare inoltre il circuito di antenna, come detto nella sezione I-B-1 avanti.
II. *Funzionamento intermittente.*	A. - *Condensatore di sintonia difettoso.*	Questo inconveniente di solito è causato da un cortocircuito fra le lamine dello statore e del rotore, provocato da deformazione delle lamine del rotore e, in casi eccezionali, da sporcizia o polvere fra le lamine. In qualche caso il funzionamento intermittente è causato da difettoso contatto delle molle. 1) Controllare che il cortocircuito non sia causato da sporcizia o polvere, togliendo il condensatore variabile dal telaio. Se il ricevitore è del tipo compatto e miniaturizzato (vedi Fig. 6-13), soffiare aria compressa (è sufficiente una pompa da bicicletta), con attenzione, su tutte le parti del condensatore variabile.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*

I sostegni dello statore e i compensatori debbono essere puliti con un pennello morbido (per essere più sicuri dei risultati si potrà usare un solvente adatto, ad esempio tetracloruro di carbonio). Estrarre le molle di contatto, allontanandole dall'alberino del variabile e far cadere una goccia di solvente fra l'alberino e la molla. Dopo di ciò, ruotare ripetutamente l'alberino del condensatore variabile. Questa operazione va ripetuta per tutte le molle, fino ad essere certi di un con-

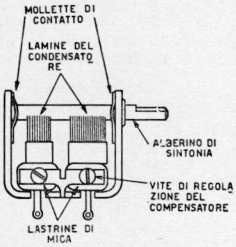


Fig. 6-13. - Tipico condensatore di sintonia usato nei radioricevitori a transistori.

tatto buono. Dopo aver pulito i contatti, interporre un adatto lubrificante, a base di grasso di siliconi.

2) Controllare che le molle di contatto non abbiano perduto elasticità. In questo caso, togliere le molle, piegarle in modo da aumentare la tensione e rimetterle al loro posto. La piegatura delle molle va eseguita con una pinza a punte tonde oppure con un attrezzo similare.

3) Controllare che i compensatori a mica non abbiano l'isolante rotto oppure sporco. Nell'uno o nell'altro caso, togliere l'isolante svitando la vite di regolazione del compensatore e sollevando la lamina di bronzo fosforoso. Sostituire le lamine di mica rotte oppure immergerle in solvente, se sono sporche.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
		4) Controllare che durante la sintonia, eventuali trucioli metallici non pongano in cortocircuito le lamine del rotore con quelle dello statore. Controllare anche che non vi sia un cortocircuito nei collegamenti.
		5) Per mantenere l'originaria taratura della scala, bisognerà usare un condensatore variabile di ricambio che sia esattamente uguale a quello originario. Si eviterà così che sorgano condizioni di criticità, con pericolo di inneschi. Inoltre si eviteranno le complicazioni di carattere meccanico (ingombro differente, manopola di sintonia che non si adatta al nuovo variabile, ecc...).
	B. - *Funzionamento critico dell'oscillatore.*	1) Controllare che il transistore oscillatore non sia difettoso, sostituendolo con un transistore oscillatore sicuramente buono.
		2) Controllare che la bobina oscillatrice non sia difettosa sostituendola con una bobina sicuramente buona. Nel caso di circuito convertitore, controllare anche la bobina di antenna.
		3) Controllare che i condensatori e i resistori del circuito non siano difettosi (controllare pure il trasformatore a frequenza intermedia del circuito di collettore).
		4) Se, con le prove effettuate in II-B-1, 2 e 3 non si riscontra alcun componente difettoso, riferirsi alle note di riparazione fornite dal fabbricante del ricevitore. Tentare eventuali sostituzioni (valori differenti di resistenza di emettitore, ecc. . .) o tentare anche di cambiare la bobina oscillatrice con una di tipo più recente, eventualmente costruita dallo stesso fabbricante del ricevitore. Se l'inconveniente persiste, provate a modificare il circuito di polarizzazione di emettitore (e in qualche caso quello di base) aumentare la polarizzazione diretta del transistore, con conseguente aumento di guadagno di corrente del transistore e quindi migliore possibilità di oscillazione su tutta la gamma.
III. *Ricezione debole (Bassa sensibilità come indicato dalla prova di guadagno).*		Questo inconveniente di solito è dovuto a difettoso allineamento o ad insufficiente tensione di iniezione dell'oscillatore. Esistono però altre cause di ricezione debole, che debbono essere controllate. Esse sono: antenna a telaio difettosa, trasformatore di entrata difettoso, condensatore di sintonia difettoso, polarizzazione bassa sul transistore mescolatore, saldature fredde nei collegamenti.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
	A. - *Allineamento non corretto.*	Controllare l'allineamento dell'oscillatore (vedasi la sezione allineamento, nel seguito di questo capitolo).
	B. - *Insufficiente tensione di iniezione.*	Misurare la tensione dell'oscillatore in assenza di segnale ricevuto. Questa misura va fatta con un voltmetro elettronico avente una sonda a radiofrequenza o con un oscilloscopio, sull'elettrodo del transistore che riceve il segnale dell'oscillatore (nei circuiti convertitori, questo elettrodo è quello al quale termina l'avvolgimento di reazione). La tensione non deve essere molto al di sotto del valore stabilito dalle note di servizio del costruttore del ricevitore. I valori di solito si aggirano fra 0,07 V efficaci e 0,25 V efficaci (ossia fra 0,2 e 0,7 V picco-picco). Se la tensione è bassa, controllare il transistore oscillatore (o convertitore, a seconda dei casi) oppure la bobina dell'oscillatore, sostituendola con una sicuramente buona.
IV. *Inneschi*	A. - *Circuito di massa ad alta impedenza.*	Questo inconveniente può manifestarsi nei radioricevitori a transistori più frequentemente che in quelli a tubo elettronico, date le più basse impedenze in gioco nei circuiti a transistori. Una saldatura fredda può avere una resistenza alta quanto quella del circuito, e ciò può provocare inneschi.

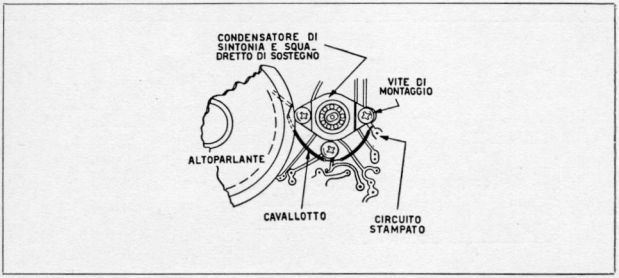


Fig. 6-14. - Tipico ricevitore in AM impiegante un circuito stampato, nel quale può verificarsi oscillazione a causa di cattivi collegamenti di massa del circuito convertitore. Il cavallotto pone in collegamento fra loro i circuiti di massa, riducendo così la impedenza di tali circuiti.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
		Lo stesso vale per i condensatori usati nei circuiti a transistori, che possono avere un'impedenza molto alta, tanto da causare inneschi.
		1) Controllare tutte le saldature nei circuiti mescolatore e oscillatore, riappoggiando su esse il saldatore ben caldo, fino ad ottenere saldature sicure. Per facilitare ciò, aggiungere un po' di stagno fresco. Eseguire fra tutti i punti di massa del circuito convertitore, collegamenti diretti di massa (vedi Fig. 6-14). Ciò è particolarmente importante quando il condensatore di accordo è collegato a massa su più di un punto.
		2) Controllare che non vi siano viti allentate nel condensatore variabile, la qual cosa provocherebbe alta impedenza nel circuito. Quando si sostituisce una vite che abbia il filetto rovinato, accertarsi che essa non sia troppo lunga da andare a toccare le lamine del condensatore.
		3) Controllare che la tensione di iniezione fornita dall'oscillatore non sia troppo alta (vedi III-B-3-1 avanti). Se è alta, sostituire il transistore con un altro dello stesso tipo oppure porre in parallelo all'avvolgimento primario della bobina una resistenza da 22.000 Ω a 1 MΩ (Fig. 6-15).

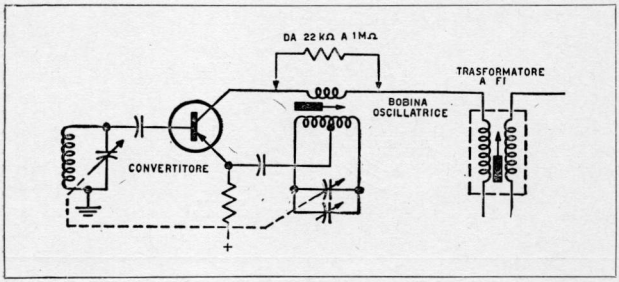


Fig. 6-15. - Per ridurre la tensione dell'oscillatore nel caso in cui questa sia eccessiva si porrà un resistore in parallelo con il primario della bobina oscillatrice.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
V. *Distorsione.*	A. - *Circuito mescolatore difettoso.*	1. Controllare che i condensatori di fuga non siano interrotti. Raddrizzare i collegamenti mal fatti. Vedere che le connessioni a massa mal fatte non provochino inneschi (vedere IV avanti).
	B. - *Circuito oscillatore difettoso.*	1. Lo stesso della Sezione V-A-1 avanti.
	C. - *Circuito convertitore difettoso.*	1. Lo stesso della Sezione V-A-1 avanti.
	D. - *Cattivo allineamento.*	1. Seguire le norme di allineamento della sezione che segue.

Allineamento

La procedura di allineamento descritta nel Cap. V si applica anche all'allineamento dell'oscillatore-mescolatore. In aggiunta, forniamo qui alcune norme addizionali.

Nel caso di riceviteri a molte gamme, usare sempre la procedura di allineamento riportata dalle norme di servizio fornite dal costruttore del ricevitore. Ciò è necessario data l'interdipendenza fra i vari circuiti accordati, per tener conto delle varie resistenze di carico fittizio, ecc.

Se la bobina dell'oscillatore ha la regolazione a permeabilità, regolare il nucleo. A tale scopo si porrà la manopola di sintonia del ricevitore vicino all'estremità bassa della gamma (a 600 kHz, per le onde medie), in un punto in cui non vi siano stazioni e si regolerà per il minimo rumore. Questa prova è molto efficace in prossimità di una sorgente di disturbo, come ad esempio una lampada fluorescente. Se la regolazione della bobina dell'oscillatore dà un sensibile miglioramento nella ricezione, eseguire l'intero allineamento del ricevitore alla maniera descritta dalle norme di riparazione del costruttore.

Controllare che il ricevitore non venga disallineato nel rimettere il telaio dentro la custodia. In questo caso, essendosi alterata la regolazione del compensatore, bisognerà regolare nuovamente il compensatore e fissarne la vite di regolazione con mastice per bobine.

CAPITOLO VII

RIVELATORI PER AM E PER FM. CIRCUITI DI CONTROLLO AUTOMATICO DI GUADAGNO

In tutti i radioricevitori a transistori, le funzioni di rivelazione e di controllo automatico di guadagno sono svolte da un solo stadio. Questo stadio può impiegare o un transistore o un diodo al germanio.

Il rivelatore riceve dall'amplificatore a frequenza intermedia il segnale a FI modulato. Per migliorare la selettività a frequenza intermedia e per adattare l'impedenza del transistore a FI con quella del diodo rivelatore o del transistore rivelatore, si fa uso dell'accoppiamento a trasformatore. Il rivelatore estrae la componente ad audiofrequenza dal segnale modulato a frequenza intermedia e la applica allo stadio pilota ad audiofrequenza. Il segnale audio viene ricostruito per rettificazione e filtraggio del segnale a frequenza intermedia modulato.

Il rivelatore genera anche la tensione di controllo automatico di guadagno. Questa tensione è proporzionale all'intensità media del segnale in arrivo e viene ottenuta prendendo una parte del segnale ad audiofrequenza all'uscita del rivelatore e filtrandola ulteriormente, in modo da ottenere una tensione continua. La tensione di controllo automatico di guadagno viene quindi usata per variare la polarizzazione del primo amplificatore a frequenza intermedia. Man mano che il livello del segnale aumenta, aumenta la tensione del controllo automatico di guadagno. Tale tensione riduce la polarizzazione diretta applicata al primo transistore a FI, con conseguente diminuzione del guadagno. A questo modo, il segnale ad audiofrequenza sul rivelatore viene mantenuto su un livello più uniforme, evitando così che si abbia distorsione per sovraccarico in caso di ricezione di

segnali forti. Inoltre, il ricevitore funzionerà al massimo guadagno quando si ricevono segnali molto deboli.

Nei ricevitori aventi circuiti oscillatore e mescolatore separati, anche il mescolatore può venire sottoposto all'azione del controllo automatico di guadagno, ciò che aumenta il campo di azione di tale controllo. Quando si impiega uno stadio amplificatore a radiofrequenza, anche questo verrà controllato dal sistema di controllo automatico di guadagno, la cui azione risulterà quindi ulteriormente aumentata, per cui anche le più potenti stazioni verranno ricevute senza sovraccarico.

Funzionamento

Rivelatori per modulazione di ampiezza (AM) a diodo.

Per comprendere il funzionamento di un circuito rivelatore e di controllo automatico di guadagno, esaminiamo i circuiti che normalmente vengono usati nei radioricevitori.

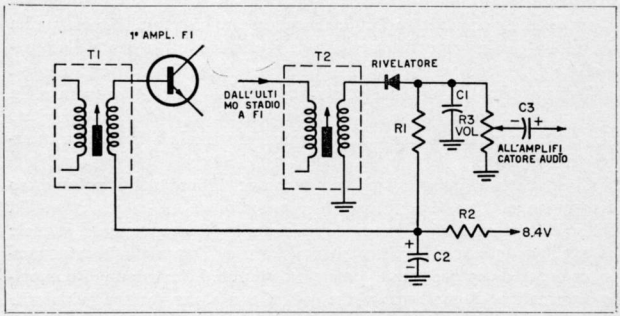


Fig. 7-1. - Circuito rivelatore e di controllo automatico di guadagno.

In Fig. 7-1 è illustrato un semplice circuito rivelatore a diodo. Il primario del trasformatore T2 funziona come carico di collettore per l'ultimo transistore amplificatore a frequenza intermedia. Il segnale

a frequenza intermedia viene accoppiato induttivamente al secondario di T_2. Nei semiperiodi negativi, il segnale circola da massa, attraverso il secondario di T_2, il diodo, il regolatore di volume, per tornare a massa. Il segnale viene rettificato e la parte residua a frequenza intermedia viene filtrata da C_1. Siccome in questo punto vengono filtrati solo i segnali a frequenza intermedia, il valore di C_1 dovrà essere piccolo (di solito fra 0,02 e 0,05 μF). Questo condensatore fornisce anche una piccola attenuazione delle onde alte ad audiofrequenza.

Nella giunzione di R_1, R_2 e C_2 viene sviluppata la tensione di controllo automatico di guadagno. Questa tensione è il risultato di due correnti opposte. La prima è la corrente di polarizzazione del primo amplificatore a frequenza intermedia. Questa corrente circola da massa, attraverso il controllo di volume, R_1 e R_2 fino all'alimentazione a 8,4 V. La tensione sviluppata alla giunzione R_1 - R_2 - C_2 in assenza di segnale è la tensione continua di polarizzazione statica del primo transistore amplificatore a frequenza intermedia.

Quando si riceve un segnale, il diodo conduce, rettificando il segnale a frequenza intermedia. La corrente del rivelatore circola attraverso il regolatore di volume in direzione opposta a quella della corrente di polarizzazione del primo transistore a frequenza intermedia. La corrente di polarizzazione viene così ridotta e si riduce allora la tensione di base del primo transistore amplificatore a frequenza intermedia.

La polarizzazione diretta di questo transistore risulta quindi minore e il guadagno diminuisce.

La tensione di controllo automatico di guadagno è filtrata da C_2 per togliere la componente ad audiofrequenza. Quindi il valore di C_2 deve essere alto (di solito 10 - 40 μF).

Rivelatori in AM a transistore.

Quando come rivelatore si impiega un transistore (Fig. 7-2) di solito si aumenta il guadagno ad audiofrequenza. Il transistore viene polarizzato leggermente sopra l'interdizione. I semiperiodi negativi del segnale a frequenza intermedia vengono tagliati, mentre si ha conduzione solo sui semiperiodi positivi. Il guadagno viene ottenuto dalla forte corrente che viene a circolare fra emettitore e collettore. Il segnale ad audiofrequenza viene sviluppato sul regolatore di volume, con C_3 che funziona da filtro a frequenza intermedia.

Il guadagno del primo stadio amplificatore a frequenza intermedia è controllato dalla variazione della tensione di emettitore. La polarizzazione statica in assenza di segnale viene ottenuta con il partitore di tensione costituito da R_1, R_2, R_3, e R_4 posto sull'alimentazione a 8,4 V.

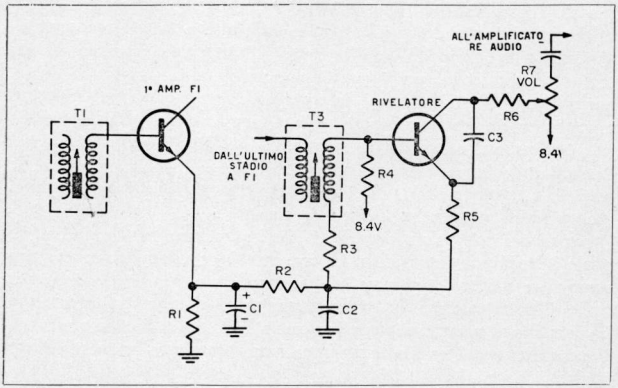


Fig. 7-2. - Circuito rivelatore impiegante un transistore. Questo circuito fornisce un guadagno ad audiofrequenza di circa 10 ÷ 15 volte.

La corrente di polarizzazione circola da massa attraverso R_1, R_2, R_3 e R_4 fino all'alimentazione a 8,4 V.

Quando viene rivelato un segnale, la corrente emettitore-collettore del ricevitore circola da massa attraverso R_1, R_2 e R_3, il circuito emettitore-collettore del transistore rivelatore, attraverso R_6 e R_7, fino alla alimentazione a 8,4 V. La corrente del rivelatore attraverso R_1 ha la stessa direzione della corrente di polarizzazione e quindi aumenta la tensione di emettitore dell'amplificatore a frequenza intermedia, diminuendo così la polarizzazione diretta del transistore e riducendo il guadagno dello stadio.

Una variante di questo circuito consiste nella aggiunta di un diodo

collegato fra il lato basso del primario del secondo trasformatore a frequenza intermedia e il primario del primo trasformatore a frequenza intermedia (Fig. 7-3). Questo sistema aumenta il campo d'azione del controllo automatico di guadagno ed impedisce eventuali sovraccarichi in caso di segnali molto forti.

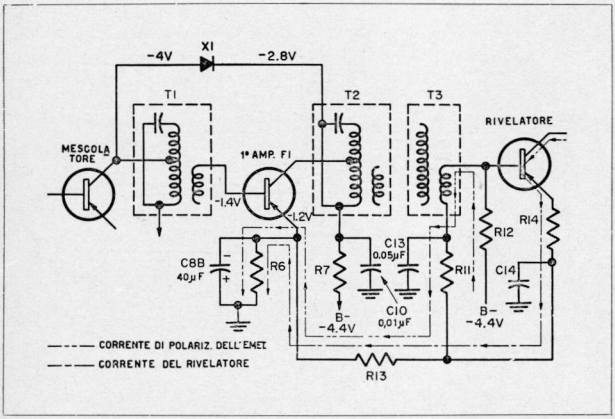


Fig. 7-3. - Circuito rivelatore e CAG impiegante un diodo di sovraccarico X_1 per evitare le distorsioni con segnali forti. La conduzione di X_1 è controllata dalla tensione di polarizzazione di emettitore del primo amplificatore a frequenza intermedia.

Quando non viene ricevuto alcun segnale, il diodo è polarizzato inversamente (— 2,8 V sul catodo e — 4 V sull'anodo, per cui la polarizzazione inversa è di —1,2). Pertanto il diodo non conduce. Quando si riceve un segnale, la tensione di emettitore del primo amplificatore a frequenza intermedia diviene più negativa, riducendo così il guadagno del transistore. Al diminuire della corrente emettitore-collettore aumenta la tensione di collettore, che si avvicina così alla tensione della

linea *B* — (— 4,4 V). Se fosse possibile interdire completamente il transistore si dovrebbero avere sul collettore — 4,4 V.

Man mano che il segnale ricevuto aumenta di ampiezza, la polarizzazione inversa del diodo diviene minore. Quando la polarizzazione del diodo si avvicina a zero, diminuisce l'alta resistenza inversa del

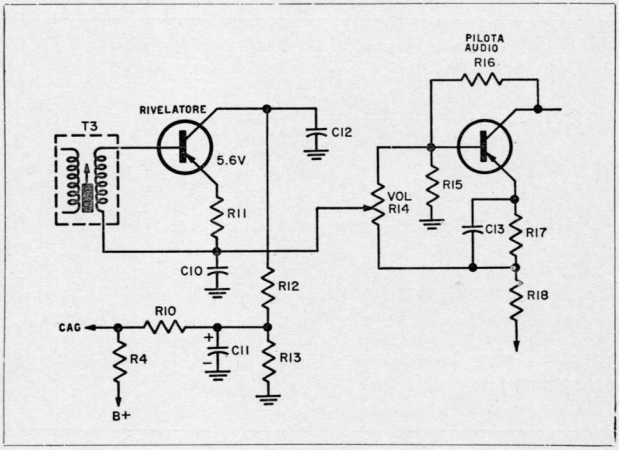


Fig. 7-4. - Circuito rivelatore a transistore nel quale il segnale ad audiofrequenza è applicato direttamente fra il transistore rivelatore e il pilota audio. La tensione del controllo automatico di guadagno è amplificata per aumentare il campo di controllo.

diodo stesso. Con segnali molto forti, la tensione di collettore oltrepassa — 4 V e il diodo risulta così polarizzato in maniera diretta. Il diodo allora diviene una bassa resistenza, in serie con il condensatore C_{10}. La resistenza del diodo X_1 e la capacità di C_{10} risultano così in parallelo con il primario di T_1, abbassandone il *Q* e riducendo l'ampiezza del segnale a frequenza intermedia applicato al primo stadio amplificatore.

In Fig. 7-4 è illustrata un'altra variante del circuito rivelatore a

transistore. In essa, il carico ad audiofrequenza del rivelatore è posto sul circuito dell'emettitore, invece che nel collettore. Ciò elimina la necessità di un condensatore di blocco fra rivelatore e pilota audio. La tensione di controllo automatico di guadagno si forma su R_B, con C_D funzionante da filtro sul controllo automatico di guadagno.

La tensione di controllo automatico di guadagno è inviata alla base del primo transistore amplificatore a frequenza intermedia, la cui polarizzazione diretta diviene minore, con conseguente riduzione del guadagno dello stadio.

Rivelazione per modulazione di frequenza (FM).

Le variazioni di frequenza di un segnale FM possono essere convertite in segnali ad audiofrequenza mediante l'uso del circuito discriminatore o del rivelatore a pendenza.

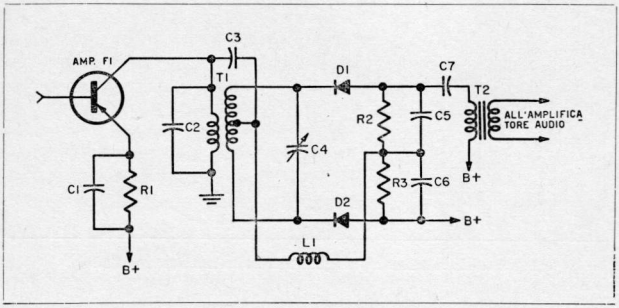


Fig. 7-5. - Amplificatore a FI e discriminatore per FM.

Questi circuiti svolgono essenzialmente la stessa funzione del rivelatore in un radioricevitore per AM.

La Fig. 7-5 illustra una versione transistorizzata di uno stadio a frequenza intermedia e discriminatore. Il funzionamento del circuito è virtualmente identico a quello del suo equivalente a tubo elettronico. Il condensatore C_2 e il primario di T_1 formano un circuito risonante

in parallelo per il segnale a frequenza intermedia inviato al discriminatore attraverso il trasformatore. Il condensatore C_3 fa arrivare al secondario di T_1 il segnale a frequenza intermedia, per la fase di riferimento.

Il segnale a frequenza intermedia, applicato tramite C_3, viene sviluppato sulla bobina L_1. Il condensatore C_4 e il secondario di T_1 formano

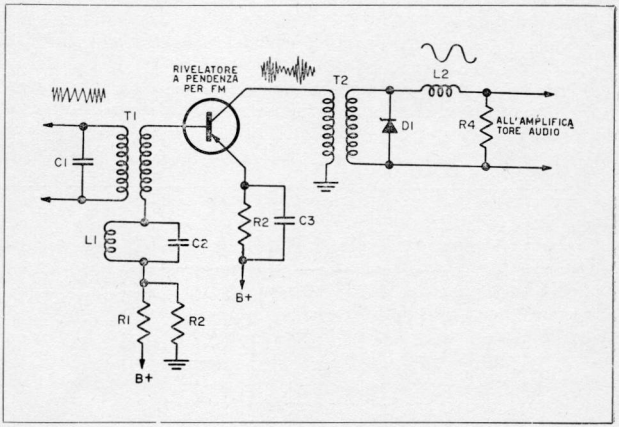


Fig. 7-6. - Rivelatore a pendenza e circuito rivelatore a diodo.

un circuito risonante per il segnale a frequenza intermedia trasmesso tramite il trasformatore. La metà superiore del secondario di T_1, il diodo D_1, la bobina L_1, il resistore R_2 e il condensatore filtro C_5 formano metà del circuito di riferimento. L'altra metà del secondario di T_1, il diodo D_2, la bobina L_1, il resistore di carico R_3 e il condensatore filtro C_6 formano la seconda metà del circuito di riferimento.

L'uscita ad audiofrequenza del circuito discriminatore è presa fra il reoforo in alto di C_5 e il reoforo in basso di C_6. L'uscita ad audiofre-

quenza viene inviata tramite C_7 al primario di T_2. Il segnale ad audiofrequenza, attraverso T_2, viene applicato all'amplificatore ad audiofrequenza.

In Fig. 7-6 è illustrato un rivelatore « a pendenza » per FM. Il segnale a frequenza intermedia, con la sua deviazione di frequenza, viene applicato al circuito rivelatore a transistore, il cui circuito accordato L_1-C_2 risuona su una frequenza leggermente diversa dalla frequenza portante (frequenza in assenza di modulazione). Avviene allora che si sviluppa un forte segnale a frequenza intermedia quando il segnale in arrivo è vicino alla frequenza di risonanza. Man mano che la frequenza istantanea del segnale a frequenza intermedia dista sempre più dalla frequenza di risonanza del circuito accordato, diminuisce l'ampiezza del segnale a frequenza intermedia sviluppato.

Un forte segnale a frequenza intermedia, aggiunto alla tensione di polarizzazione sviluppata su R_1, aumenta la polarizzazione emettitore-base, mentre un debole segnale a frequenza intermedia diminuisce la polarizzazione emettitore-base. Quindi la polarizzazione emettitore-base aumenta o diminuisce a seconda che la frequenza del segnale a frequenza intermedia rispettivamente aumenta o diminuisce.

Siccome la polarizzazione del transistore cambia a seconda della deviazione di frequenza, cambia anche il guadagno al variare della deviazione di frequenza. Pertanto, l'uscita dello stadio sarà un segnale a frequenza intermedia, che varia in ampiezza oltre che in frequenza. Il segnale viene poi applicato al diodo D_1 che lo rettifica; viene filtrato da L_2 e si sviluppa su R_4. L'uscita del diodo rivelatore è un segnale ad audiofrequenza.

Guida per la riparazione dei circuiti rivelatori per FM e AM e dei circuiti di controllo automatico di guadagno.

Prova immediata del circuito rivelatore.

Il metodo normale di prova immediata (Fig. 7-7) descritto nel Capitolo X può anche essere usato per controllare i circuiti rivelatori, siano essi a transistore che a diodo.

Se, toccando il collettore del transistore rivelatore, si sente un colpo nell'altoparlante, mentre toccando la base non si sente alcun colpo, vuol dire che lo stadio non funziona. Nel caso di un diodo a cristallo,

il terminale di uscita può essere l'anodo o il catodo, a seconda del tipo di controllo automatico di guadagno adottato. Se toccandolo non si sente alcun colpo, vuol dire che il circuito non funziona.

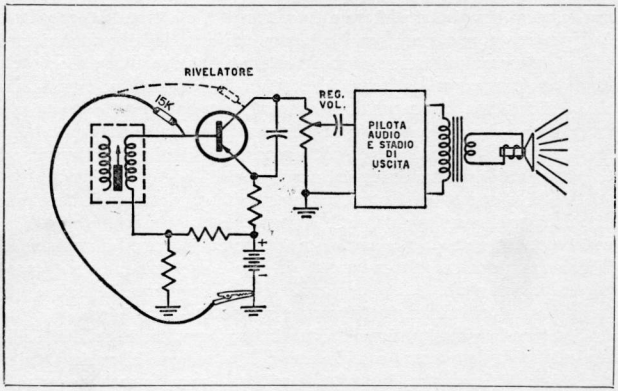


Fig. 7-7. - Prova immediata dello stadio rivelatore.

Controllo del guadagno.

Uno stadio rivelatore impiegante un transistore di solito fornisce un guadagno alle frequenze audio, anche quando funziona da rivelatore. Il guadagno normalmente si aggira fra 10 e 15 e può essere misurato in maniera approssimativa con il dispositivo illustrato in Fig. 7-8. Ai capi della bobina mobile dell'altoparlante si collega un oscilloscopio, che serve da indicatore. Attraverso un condensatore da 0,01 - 0,05 μF, si inietta un segnale ad audiofrequenza una volta alla base e una volta al collettore del transistore rivelatore. Il controllo di volume del ricevitore e l'uscita del generatore di segnali verranno tenuti ad un livello appena sufficiente a dare una indicazione misurabile. Un segnale troppo forte sovraccaricherebbe il ricevitore e la misura del guadagno risulterebbe falsata. Il sovraccarico si manifesta nello scher-

mo dell'oscilloscopio come taglio o distorsione del segnale sinusoidale applicato al ricevitore. La frequenza del segnale dovrà essere di circa 400 Hz.

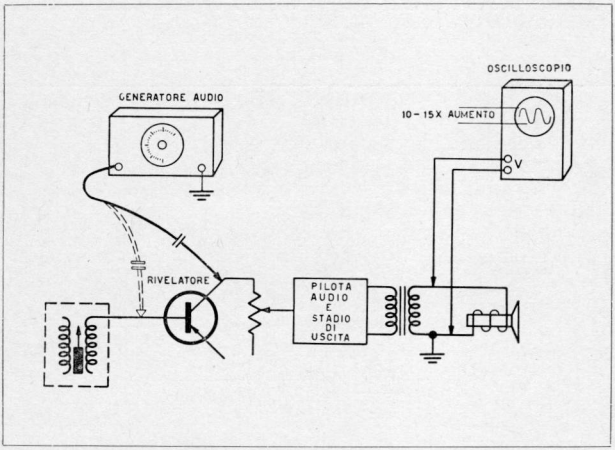


Fig. 7-8. - Controllo del guadagno di un circuito rivelatore a transistore. Su un circuito normale si dovrà misurare un guadagno di 10 ÷ 15 volte.

Prova del circuito di controllo automatico di guadagno.

Un circuito di controllo automatico di guadagno correttamente funzionante fornisce al primo stadio amplificatore a frequenza intermedia (e in casi più rari al secondo stadio amplificatore a frequenza intermedia) una tensione di controllo la quale ne riduce il guadagno al crescere dell'intensità del segnale in arrivo.

Per controllare il funzionamento di questo circuito si misurerà la polarizzazione base-emettitore dell'amplificatore a frequenza intermedia, variando il livello del segnale in arrivo.

Si collegherà un voltmetro elettronico alla base e all'emettitore del transistore amplificatore a frequenza intermedia (Fig. 7-9). Per transistori amplificatori a FI del tipo *n-p-n* si dovranno invertire i collegamenti del voltmetro elettronico. Regolando il comando di sintonia in modo da non ricevere alcuna stazione, si dovrà misurare una polarizzazione diretta di 0,1-0,2 V. Quando si regola il comando di sin-

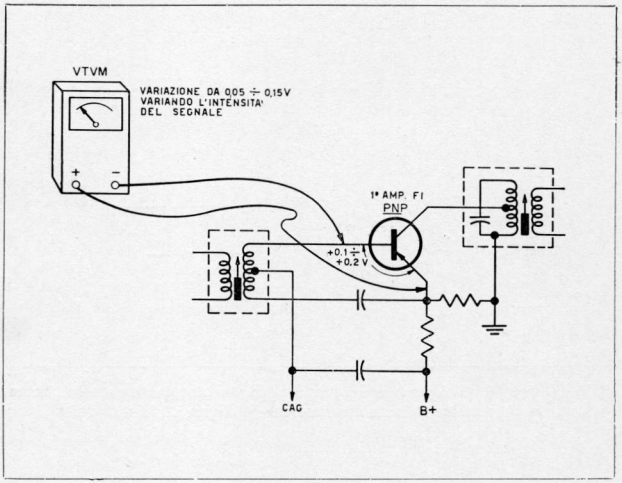


Fig. 7-9. - Il funzionamento del circuito di controllo automatico di guadagno può essere controllato misurando la polarizzazione base-emettitore del transistore amplificatore a frequenza intermedia, al variare del livello del segnale.

tonia in modo da ricevere una forte stazione, questa tensione dovrà diminuire a 0,05-0,15 V. Se non si riscontra alcuna variazione di tensione o se la variazione avviene in senso non corretto, vuol dire che il circuito di controllo automatico di guadagno funziona in maniera errata.

GUIDA PER LA RIPARAZIONE DEI CIRCUITI RIVELATORI PER FM E AM E DEI CIRCUITI DI CONTROLLO AUTOMATICO DI GUADAGNO

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
I. *Mancanza di segnale.*	A. - *Avvolgimento di trasformatore a FI, interrotto.*	Vedi le prove elencate nel Cap. V.
	B. - *Transistore difettoso.*	Sostituire con un transistore sicuramente buono. Vedasi I-C-3 in seguito.
	C. - *Diodo a cristallo difettoso.*	1) Sostituire con un diodo a cristallo sicuramente buono. Inoltre, un controllo di resistenza fatto sul diodo fornisce un indizio molto attendibile sulle condizioni del diodo (vedi Fig. 7-10). Misurare la resistenza inversa del diodo: se è inferiore a 20.000 Ω, il diodo è difettoso. La resistenza inversa deve essere compresa fra 100 KΩ e 500 KΩ. Una bassa resistenza inversa provoca minore sensibilità e rende possibile il sorgere di distorsione. La resistenza diretta del diodo (100 Ω o meno) può essere controllata invertendo i terminali dell'ohmetro.

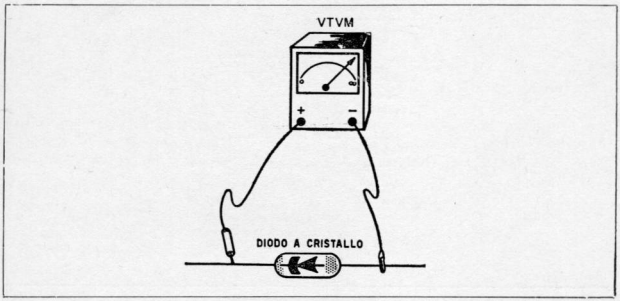


Fig. 7-10. - Come si controlla la resistenza inversa di un diodo a cristallo.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
		2) Quando si sostituisce il diodo a cristallo, accertarsi che la polarità sia corretta. Durante la saldatura adottare la tecnica della dissipazione del calore per evitare di danneggiare il diodo. Tale tecnica consiste nello stringere con una pinza a punte piatte il terminale del diodo, fra il punto in cui si esegue la saldatura e il corpo del diodo. Si cerchi di lasciare invariata la posizione dei collegamenti. Altrimenti potrebbe avvenire reazione. 3) Verificare le tensioni degli elettrodi del diodo (o del transistore, a seconda dei casi) controllando che l'unità sia polarizzata direttamente. I rivelatori a transistore o a diodo presentano di solito rispettivamente una leggera polarizzazione diretta fra base ed emettitore o fra anodo e catodo. Questa polarizzazione è normalmente compresa fra 0,025 e 0,1 V.
II. *Volume basso.*	A. - *Transistore polarizzato erroneamente.*	Vedi II-B-1 in seguito.

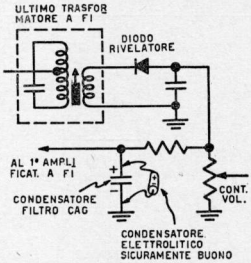


Fig. 7-11. - Come si effettua il controllo di una eventuale interruzione del condensatore filtro del CAG.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
	B. - *Diodo rivelatore polarizzato erroneamente.*	Misurare la polarizzazione diretta del transistore o del diodo, alla maniera descritta nella sezione I-C-3 avanti. Se differisce dal valore corretto per il 10% o 20%, il volume risulterà minore e inoltre si avrà distorsione. Controllare se il transistore o il diodo non siano difettosi, sostituendolo con un altro sicuramente buono. Eseguire un controllo di resistenza sui circuiti di base, di emettitore e di collettore, ma con il transistore tolto dal circuito.
	C. - *Difettoso condensatore filtro del controllo automatico di guadagno.*	Controllare che il condensatore filtro del controllo automatico di guadagno non sia difettoso. In questo caso, si avrà una minore sensibilità del ricevitore, spesso accompagnata da innesco. Per la prova, mettere in parallelo al condensatore che si ritiene difettoso, un condensatore sicuramente buono (Fig. 7-11).
	D. - *Diodo di sovraccarico (se usato) difettoso.*	Il diodo è quasi sempre collegato fra il terminale basso del primario del secondo trasformatore dell'amplificatore a frequenza intermedia e il terminale alto del primario del primo trasformatore a frequenza intermedia (vedi Fig. 7-12). Se il diodo è in cortocircuito o è inserito con polarità invertita, si ha come conseguenza una sensibilità bassa.

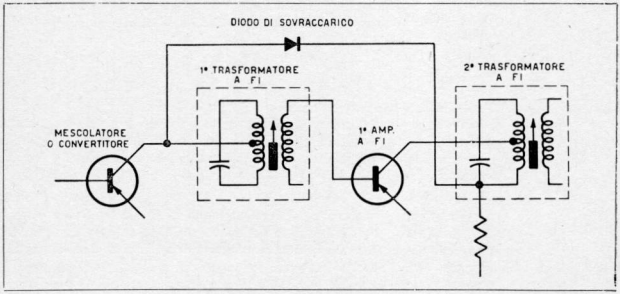


Fig. 7-12. - Il diodo di sovraccarico deve essere controllato nel caso in cui si abbia distorsione o bassa sensibilità (vedi testo).

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
III. *Distorsione (indipendente dalla regolazione del volume).*	A. - *Transistore rivelatore difettoso*	Vedi III-B-1 in seguito.
	B. - *Diodo rivelatore difettoso.*	Provare se il transistore rivelatore o il diodo rivelatore è difettoso, sostituendolo con uno sicuramente buono. Controllare inoltre le tensioni sugli elettrodi del transistore e del diodo.
	C. - *Difettoso condensatore filtro del circuito di controllo automatico di guadagno.*	Vedi Sezione II-C-1 avanti.
	D. - *Diodo di sovraccarico difettoso.*	Se questo circuito è interrotto, si verificherà distorsione quando si ricevono segnali molto forti. Vedasi la sezione II-D-1 avanti.
IV *Inneschi.*	A. - *Condensatore filtro del circuito di controllo automatico di guadagno interrotto.*	L'interruzione di questo condensatore provoca inneschi e fischi che possono avvenire soltanto sui segnali forti oppure su tutta la gamma (Fig. 7-11). Controllare anche che questo condensatore non abbia perdite eccessive, sostituendolo con un condensatore sicuramente buono della stessa capacità e tensione.
	B. - *Condensatore di fuga a RF sul rivelatore interrotto.*	In questo caso si hanno inneschi e fischi quando si ricevono segnali forti oppure su tutta la gamma. Controllare, sostituendo con un condensatore sicuramente buono, di uguale capacità e tensione.
	C. - *Posizione dei collegamenti non idonea. Connessioni di massa non buone.*	Verificare eventuali contatti incerti nel circuito di massa del rivelatore. Rifare tutte le saldature di massa. Tentare inoltre di eseguire con fili altri circuiti di massa.

Inconveniente.	*Causa probabile.*	*Prove da eseguire*
	D. - *Condensatore di fuga a radiofrequenza in posizione erronea.*	Provare a spostare la posizione del condensatore di fuga a radiofrequenza (vedi Fig. 7-13). Se la posizione non è corretta, tentare di spostare il condensatore in modo che risulti perpendicolare all'antenna a ferrite. In alcuni casi, l'oscillazione viene neutralizzata avvolgendo a bobina un cavallotto di massa (saldato a massa ad entrambe le estremità) che circondi il condensatore di fuga a frequenza intermedia del rivelatore e il transistore rivelatore.

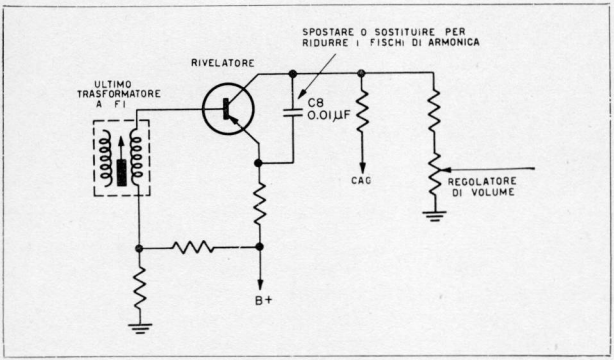


Fig. 7-13. - I fischi in qualche caso sono dovuti ad erronea posizione del condensatore di fuga del rivelatore.

CAPITOLO VIII

RADIORICEVITORI PORTATILI

L'applicazione più importante dei transistori consiste nei radioricevitori portatili per onde medie. In questa applicazione il transistore ha virtualmente sostituito totalmente i tubi elettronici.

I radioricevitori portatili a transistori vengono prodotti in una quantità estremamente grande di modelli e di tipi. Questi vanno dai ricevitori tascabili, piccoli quanto un pacchetto di sigarette e impieganti componenti miniaturizzati [Figg. 8-1 (A) e (B)] a ricevitori a molte gamme, con custodie molto belle e i cui circuiti sono in grado di ricevere segnali estremamente deboli.

Radioricevitori portatili economici

I più economici radioricevitori portatili per AM impiegano uno, due o al massimo tre transistori. Quando si debbono ottenere le migliori prestazioni con il minimo numero possibile di componenti, si userà la ricezione ad accordo diretto a radiofrequenza, ossia senza cambiamento di frequenza, invece della ricezione a supereterodina.

Nella Fig. 8-2 è illustrato un ricevitore a tre transistori. Esso è montato in una custodia leggermente più grande di un pacchetto di sigarette ed ha due comandi di sintonia: uno per il circuito di antenna e l'altro per il circuito di accordo a radiofrequenza. La selezione delle stazioni viene eseguita ruotando l'accordo di antenna fino a sentire la stazione e regolando il comando del circuito accordato a radiofrequenza per la massima intensità di ricezione. La regolazione del comando del circuito accordato a radiofrequenza sarà sempre vicina

a quella del comando di antenna e quindi è possibile azionare i due condensatori variabili con un'unica manopola. In questo caso, per ottenere un buon allineamento, si adotteranno due compensatori.

La bobina di antenna è accordata dal condensatore variabile di antenna. Il segnale captato viene applicato al primo transistore am-

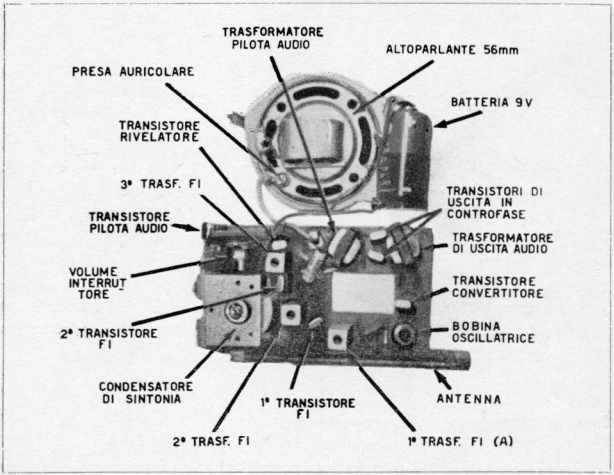


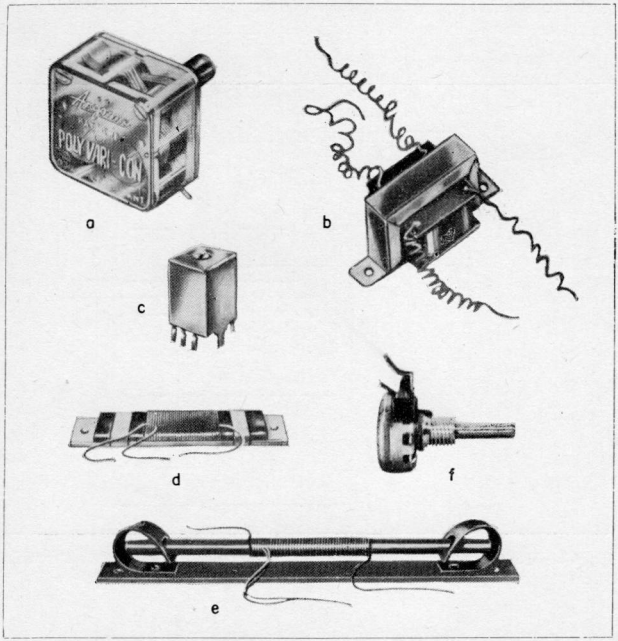
Fig. 8-1. - A) Radioricevitore miniatura a sette transistori. Il telaio è fuori dalla custodia. (Modello H 587 P7 Motorola).

plificatore a radiofrequenza, tramite l'avvolgimento secondario della antenna. L'uscita di questo stadio è applicata al secondo transistore amplificatore a radiofrequenza la cui uscita è inviata, tramite il secondo trasformatore T_2 a radiofrequenza a banda larga, al diodo rivelatore a cristallo 1N60A.

La tensione di controllo automatico di guadagno (CAG) sviluppata all'uscita del rivelatore viene rinviata alla base del secondo

transistore a radiofrequenza. Il segnale audio del rivelatore viene applicato al regolatore di volume e quindi viene accoppiato a resistenza-capacità con il transistore ad audiofrequenza che pilota direttamente l'auricolare telefonico.

I ricevitori con un solo transistore o con due transistori hanno



8-1. - B) Componenti miniaturizzati usati nei radioricevitori tascabili. *a* **condensatore variabile a due sezioni.** *b* **Trasformatore di uscita per transistori.** *c* **Trasformatore a frequenza intermedia miniatura per transistori.** *d* **Antenna su nucleo di ferrite piatto.** *e* **Antenna su nucleo di ferrite tondo.** *f* **Potenziometro.**

in meno rispettivamente due o uno stadio amplificatore a radiofrequenza. Questi ricevitori, date le loro caratteristiche circuitali, hanno minore sensibilità e selettività rispetto ai circuiti a supereterodina.

Ricevitori a quattro e cinque transistori

Il radioricevitore portatile a quattro o cinque transistori rappresenta un modo economico per ottenere risultati vicini a quelli

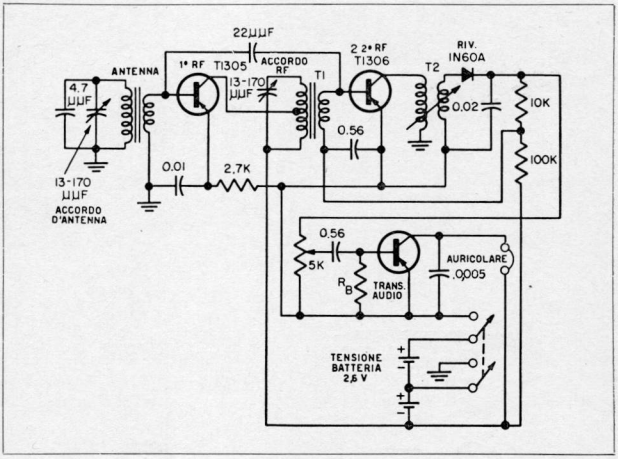


Fig. 8-2. - Radioricevitore portatile per onde medie a tre transistori e ad accordo diretto Philco modello T-3.

dei circuiti a supereterodina più complicati. Questi ricevitori hanno una discreta sensibilità ed una potenza tale da pilotare un altoparlante. Il loro accordo è alquanto facile e la loro selettività è molto maggiore di quella dei ricevitori ad accordo diretto.

Nella Fig. 8-3 è illustrato un radioricevitore a quattro transistori.

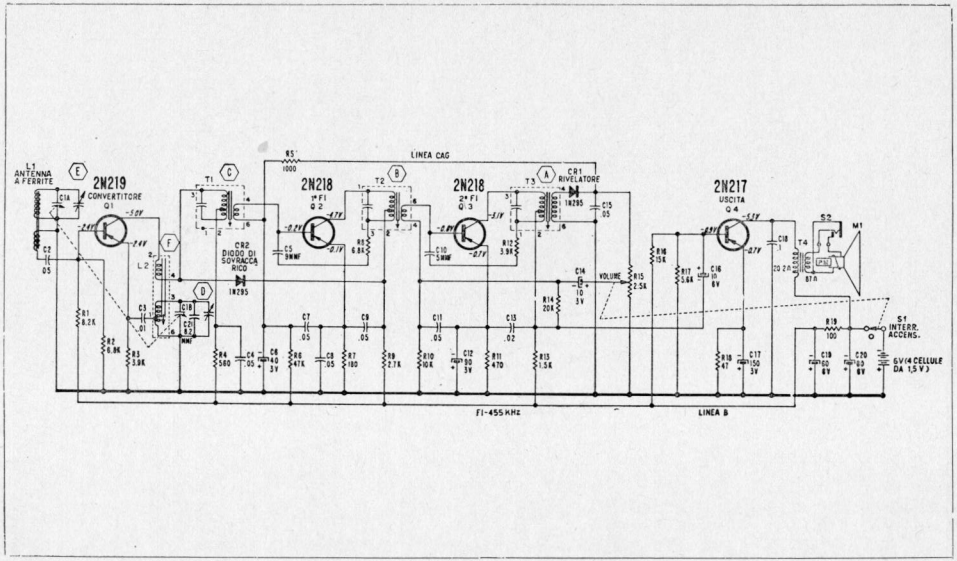


Fig. 8-3. - Schema elettrico rappresentativo di un radioricevitore portatile supereterodina per onde medie a quattro transistori. (Admiral tipo 4P2). Il secondo trasformatore a FI è in circuito reflex così da funzionare anche come stadio pilota ad audiofrequenza.

Il transistore Q_1 funziona come convertitore, svolgendo le funzioni di oscillatore locale e mescolatore del segnale di antenna con quello dell'oscillatore locale. Inoltre esso apporta un certo guadagno a frequenza intermedia.

L'antenna è del tipo a ferrite, con un secondario che applica il segnale a radiofrequenza alla base del transistore Q_1.

I transistori Q_2 e Q_3 costituiscono due stadi di amplificazione a frequenza intermedia. Questi stadi sono neutralizzati dai circuiti C_5 - R_8 e C_{10} - R_{12}.

I trasformatori T_1, T_2 e T_3 hanno prese intermedie sui primari, allo scopo di adattare le impedenze di entrata e di uscita dei transistori e del diodo rivelatore. Il secondo amplificatore a frequenza intermedia funziona anche come amplificatore audio in circuito reflex. Il segnale audio sviluppato sul carico del rivelatore R_{15} è riportato alla base di Q_3 attraverso C_{14}. Il resistore R_{13} funziona come carico ad audiofrequenza, e il segnale viene applicato alla base del transistore amplificatore di uscita ad audiofrequenza Q_4 tramite C_{16}.

La tensione di controllo automatico di guadagno viene applicata alla base del primo amplificatore a frequenza intermedia tramite il filtro R_5 - C_6. Un diodo di sovraccarico, collegato fra il collettore di Q_2 e il collettore di Q_1, estende il campo di controllo automatico di guadagno ed impedisce le distorsioni su segnali molto forti.

Il transistore di uscita ad audiofrequenza Q_4 viene fatto funzionare in classe A e pilota un altoparlante di 70 mm di diametro, tramite un trasformatore di adattamento (T_4). Una presa per l'inserzione dell'auricolare apre, quando si applica l'auricolare, il circuito dell'altoparlante, mentre l'auricolare viene collegato in parallelo al secondario di T_4.

Nella Fig. 8-4 è riportato lo schema elettrico di un radioricevitore a cinque transistori. Questo ricevitore è analogo al ricevitore a quattro transistori. La differenza consiste nella sostituzione del diodo rivelatore e dello stadio amplificatore ad audiofrequenza in reflex, con un rivelatore di potenza (ossia con un rivelatore a transistore). Questo circuito rivela il segnale ad audiofrequenza e fornisce il guadagno ad audiofrequenza necessario per pilotare il transistore di uscita ad audiofrequenza.

Nella Fig. 8-5 è illustrato un ricevitore a cinque transistori che impiega un circuito di uscita ad audiofrequenza in controfase. Gli stadi di questo ricevitore consistono di un convertitore, di uno stadio di amplificazione a frequenza intermedia, di un circuito reflex, di un rivelatore e di uno stadio di uscita.

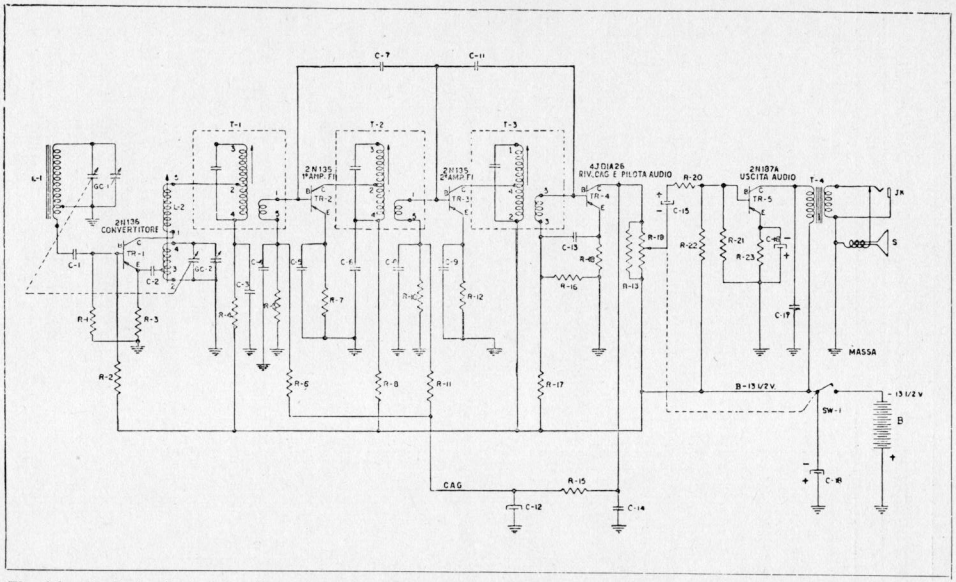


Fig. 8-4. - Radioricevitore portatile per onde medie a cinque transistori (Trav-ler mod. TR-250A). Si noti l'uso di un transistore al posto del diodo rivelatore.

ELENCO COMPONENTI DELL'APPARATO TRAV-LER TR250A

Part. N°	*Simbolo*	*Descrizione*	
CC-65	C-1	0,02 μF	ceramico a disco
CC-64	C-2	0,01 »	» » »
CC-64	C-3	0,01 »	» » »
CC-66	C-4	0,05 »	» » »
CC-63	C-5	0,1 »	» » »
CC-64	C-6	0,1 »	» » »
CC-62	C-7	33 μμF ± 10%	» » »
CC-66	C-8	0,05 μF	» » »
CC-63	C-9	0,1 »	» » »
CC-82	C-11	33 μμF ± 10%	» » »
EC-60	C-12	8 μF - 25 V	elettrolitico miniatura
CC-64	C-13	0,01 μF	ceramico a disco
CC-66	C-14	0,05 μF	» » »
EC-60	C-15	8 μF - 25 V	elettrolitico miniatura
EC-62	C-16	50 μF - 3 V	» »
CC-65	C-17	0,02 μF	ceramico a disco
EC-61	C-18	15 μF - 12 V	elettrolitico miniatura
LL-46	L-1	Bobina di antenna	
LO-25	L-2	Bobina dell'oscillatore	
IR-179	R-1	10 KΩ±5% 1/4W	resistore a carbone
IR-181	R-2	68 KΩ±10% »	» » »
IR-175	R-3	2,2 KΩ±10% »	» » »
IR-176	R-4	6,8 KΩ±5% »	» » »
IR-179	R-5	10 KΩ±5% »	» » »
IR-182	R-6	47 KΩ±10% »	» » »
IR-175	R-7	2,2 KΩ±10% »	» » »
IR-177	R-8	8,2 KΩ±10% »	» » »
IR-179	R-10	10 KΩ±5% »	» » »
IR-178	R-11	39 KΩ±10% »	» » »
IR-175	R-12	2,2 KΩ±10% »	» » »
IR-174	R-13	1 KΩ±5%	» » »
IR-179	R-15	10 KΩ±5% »	» » »
IR-172	R-16	330 Ω±10% »	» » »
IR-180	R-17	33 KΩ±10% »	» » »
IR-170	R-18	10 Ω±10% »	» » »
VC-88	R-19	5 KΩ±30%	regolatore di volume
IR-174	R-20	1 KΩ±5%	resistore a carbone
IR-174	R-21	1 KΩ±5%	» » »
IR-176	R-22	6,8 KΩ±5%	» » »
IR-171	R-23	180 Ω±5%	» » »
	SW-1	Interruttore sul regolatore volume	
J-1	JK	Jack per cuffia	
SPK-52	S	Altop. magnetodinamico	
LI-17	T-1	Primo trasformatore FI	
LI-17	T-2	Secondo » »	
LI-18	T-3	Terzo » »	
AT-22	T-4	Trasformatore d'uscita	
SC-2	TR-1	2N136 Transistore convertitore	
SC-3	TR-2	2N135 Primo transistore Amplif. FI	
SC-3	TR-3	2N135 Secondo transistore Amplif. FI	
SC-4	TR-4	4JDIA26 Riv. CAG transistore audio	
SC-5	TR-5	2N187A Transistore di potenza d'uscita	
GC-22	GC-1	Sezione d'antenna del condensatore	
	GC-2	Sezione dell'oscillatore del condensatore	
BA-2	B	Batteria « 13V2V Eveready 239 »	

Lo stadio di uscita di questo ricevitore a supereterodina contiene una coppia di transistori « adattati ».

Il transistore T1504 è usato come amplificatore reflex e fornisce contemporaneamente amplificazione a frequenza intermedia e ad audiofrequenza. Dopo la rivelazione, il segnale ad audiofrequenza viene riportato alla base dell'amplificatore reflex. Il segnale ad audiofrequenza amplificato, esistente sul collettore, viene perciò a localizzarsi sul primario del terzo trasformatore a frequenza intermedia. L'impedenza di questo avvolgimento, che è alta per i segnali a frequenza intermedia, è trascurabile per le audiofrequenze. Pertanto, il segnale ad audiofrequenza viene trasferito senza attenuazione al primario del trasformatore pilota T_2.

Quando si esegue la prova col segnale di questo circuito, il segnale deve essere applicato al collettore del transistore e deve essere limitato in modo da generare sulla bobina mobile dell'altoparlante una tensione non superiore a 1,7 V.

Il valore di R_5 verrà scelto in modo da non far superare alla corrente di collettore del transistore reflex (secondo transistore a frequenza intermedia) il valore di 2 mA. Per misurarla si determinerà la caduta di tensione sul primario di T_2. Dividendo questa caduta di tensione per la resistenza del primario di T_2 si ottiene la corrente di collettore. Il valore di R_5 sarà compreso fra 18 KΩ e 33 KΩ.

Ricevitori a sei, sette ed otto transistori

Nei ricevitori a sei transistori di solito si fa uso di uno stadio di uscita in controfase in classe B per pilotare l'altoparlante. Questo tipo di stadio di uscita presenta i noti vantaggi di una maggiore potenza di uscita (maggiore intensità di suono) con minore distorsione, minore consumo di potenza di alimentazione e quindi maggiore durata della batteria.

Nel ricevitore a sette transistori di solito è aggiunto uno stadio amplificatore a radiofrequenza oppure lo stadio convertitore viene sostituito da uno stadio oscillatore-mescolatore, con oscillatore separato. Si ottiene a questo modo un miglioramento della sensibilità e della selettività del ricevitore.

Nei ricevitori ad otto transistori di solito è adottato tanto lo stadio amplificatore a radiofrequenza quanto lo stadio oscillatore-mescolatore separato.

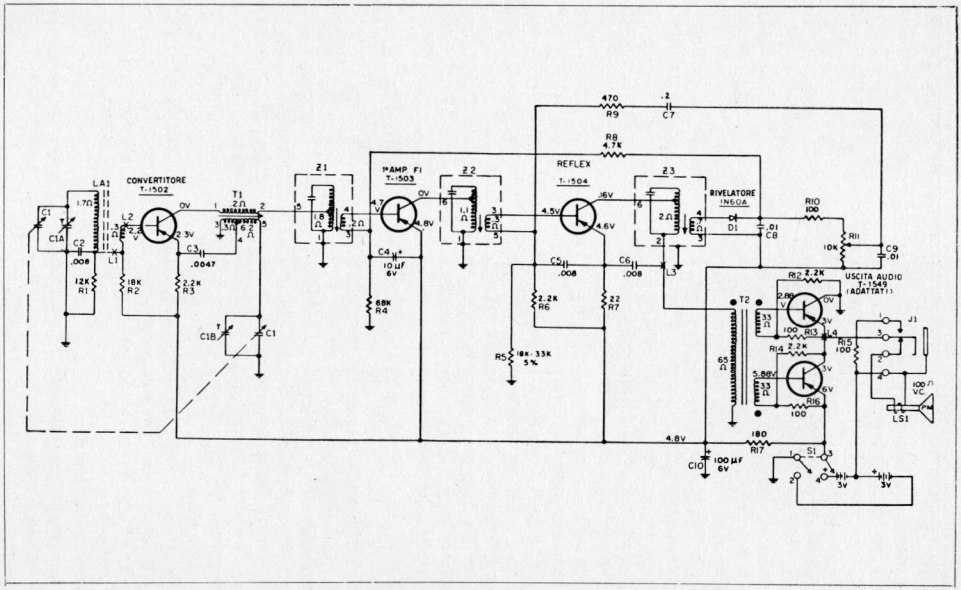


Fig. 8-5. - Schema elettrico del ricevitore Philco modello T-52.

Nella Fig. 8-6 è illustrato un tipico ricevitore a sei transistori. Il circuito di questo ricevitore è analogo a quello del ricevitore a cinque transistori di Fig. 8-5, fino al circuito rivelatore. Invece, da questo punto in poi, i due circuiti sono notevolmente diversi. Per la prima

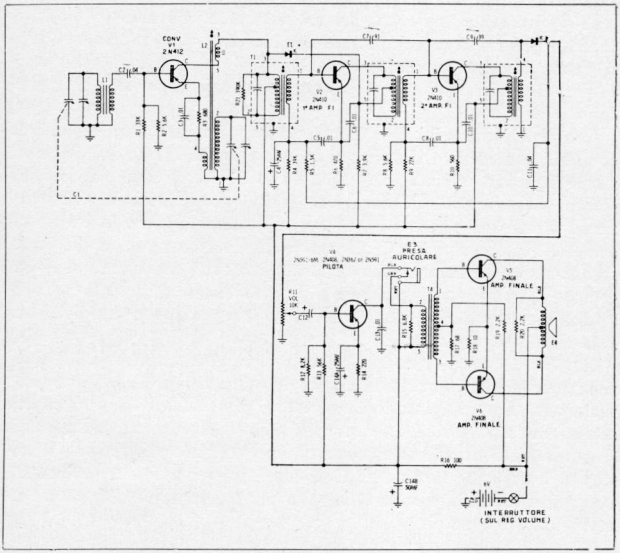


Fig. 8-6. - Radioricevitore portatile a sei transistori (Motorola 6X28). Questo ricevitore ha uno stadio di uscita in controfase impiegante un altoparlante con bobina da 300 Ω e con presa centrale. Si elimina in tal modo la necessità del trasformatore di uscita.

amplificazione ad audiofrequenza è usato uno stadio pilota separato. Tra i circuiti pilota e di uscita è usato un accoppiamento a trasformatore. Questo fornisce un adattamento di impedenza e una inversione di fase del segnale per pilotare i transistori di uscita in controfase.

Un altoparlante da 300 Ω, munito di presa centrale sulla bobina mobile, elimina la necessità di usare il trasformatore di uscita (che di solito viene invece impiegato negli altri apparati, per l'adattamento di impedenza).

I transistori sono adattati, in modo che le loro conduzioni per i due semiperiodi risultino uguali e quindi bilanciate.

Nel circuito di collettore dello stadio pilota ad audiofrequenza è inserita una presa a jack: quando si inserisce l'auricolare telefonico in questa presa, si annulla la corrente assorbita dai transistori di uscita per cui si riduce ulteriormente l'assorbimento di corrente della batteria.

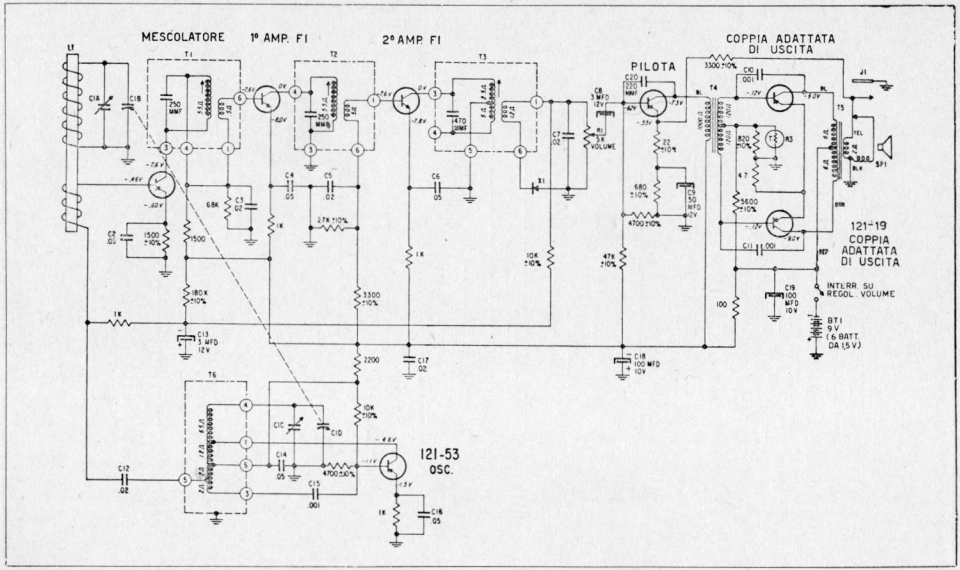
L'assorbimento di corrente dei ricevitori impiegati in circuiti di uscita in controfase è di solito assai più basso di quello dei ricevitori impieganti uno stadio di uscita in classe A « ad un solo polo caldo » (ad un solo transistore). La ragione di ciò è che nei circuiti in controfase i transistori vengono fatti lavorare all'interdizione (o in prossimità dell'interdizione) per cui assorbono una corrente molto bassa in assenza di segnale. Siccome quando si riceve, per molta parte del tempo i segnali sono molto bassi, la corrente assorbita sulla batteria risulta mediamente piccola, con conseguente prolungamento della durata della batteria.

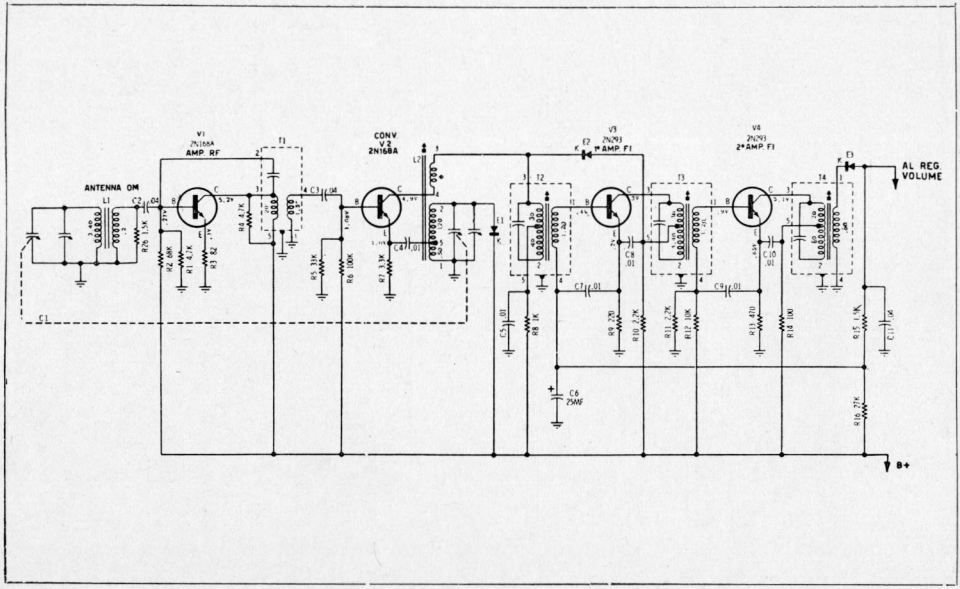
La Fig. 8-7 illustra un radioricevitore a sette transistori. La differenza principale fra questo radioricevitore e quello di Fig. 8-6 consiste nella aggiunta del circuito mescolatore e oscillatore separato. Ciò rende anche possibile sottoporre all'azione del controllo automatico di guadagno il circuito mescolatore, oltre al primo circuito amplificatore a frequenza intermedia. Si ottiene così un aumento dell'azione del controllo, che si estenderà in tal modo dai segnali molto piccoli ai segnali molto forti.

Il circuito oscillatore separato permette all'oscillatore di sviluppare un'uscita più uniforme su tutta la gamma e quindi fornisce una sensibilità uniforme alle estremità bassa ed alta della gamma. Con questo sistema inoltre è possibile ottenere all'estremità alta della gamma una sensibilità migliore di quella che si può normalmente avere con l'uso di un circuito convertitore.

Nella Fig. 8-8 è riportato il circuito di un radioricevitore a sette transistori, impiegante uno stadio di amplificazione a radiofrequenza. Questo stadio apporta un addizionale guadagno a radiofrequenza, con ulteriore miglioramento della sensibilità del ricevitore.

Il trasformatore T_1 accoppia il segnale di uscita dell'amplificatore


MESCOLATORE
1° AMP. FI
2° AMP. FI
COPPIA ADATTATA DI USCITA
PILOTA
121-19 COPPIA ADATTATA DI USCITA
121-53 OSC.
INTERR. SU REGOL. VOLUME
BT.1 9V (6 BATT. DA 1,5 V)
SP1
J1
T1
T2
T3
T4
T5
T6
L1
C1A
C1B
C2 .05
C3 .02
C4 .05
C5 .02
C6 .05
C7 .05
C8 3 MFD 12V
C9 .001
C10 .001
C11 .001
C12 .02
C13 3 MFD 12V
C14 .05
C15 .001
C16 .05
C17 .02
C18 100 MFD 10V
C19 100 MFD 10V
C20 1200 MMF
C21 50 MFD 12V
C1C
C1D
R1 5K VOLUME
R2 ±10%
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
R28
R29
R30
R31
R32
R33
R34
R35
R36
R37
R38
R39
R40
R41
R42


ANTENNA OM
L1
C2 .02
V1
2N168A
AMP. RF
R2 20K
R1 1K
R3 2K
R4 6.7K
R5 33K
R6 100K
R7 3.3K
T1
C3 .04
CONV
V2
2N168A
L2
C4 .01
E1
V3
2N293
1ª AMP. FI
E2
T2
T3
V4
2N293
2ª AMP. FI
T4
E3
AL REG.
VOLUME
C5 .01
R8 1K
C6
25MF
C7 .01
R9 470
R10 2.2K
C8
.01
R11 2.7K
R12 10K
C9 .01
R13 470
R14 100
C10
.01
R15 1.5K
C11 1µF
R16 27K
B+

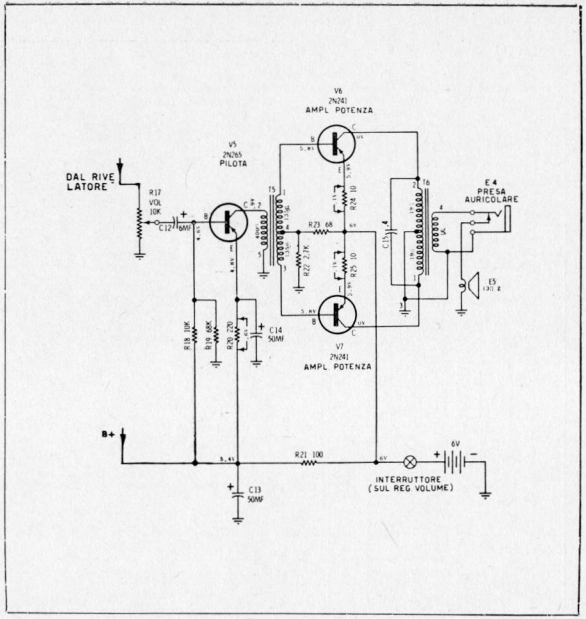


Fig. 8-8. - Radioricevitore a sette transistori, con stadio amplificatore RF (Motorola 7X28).

a radiofrequenza alla base del transistore convertitore. Questo trasformatore è del tipo a larga banda, ad accordo fisso e copre l'intera gamma delle onde medie. Il resistore R_4 in parallelo con il primario del trasformatore, ne abbassa il Q e quindi fornisce la caratteristica a larga banda. In alcuni ricevitori, il primario di questo trasformatore è accordato da una sezione aggiuntiva del condensatore di sintonia, sulla frequenza del segnale in arrivo. In questo caso si ha un notevole aumento della sensibilità e della selettività.

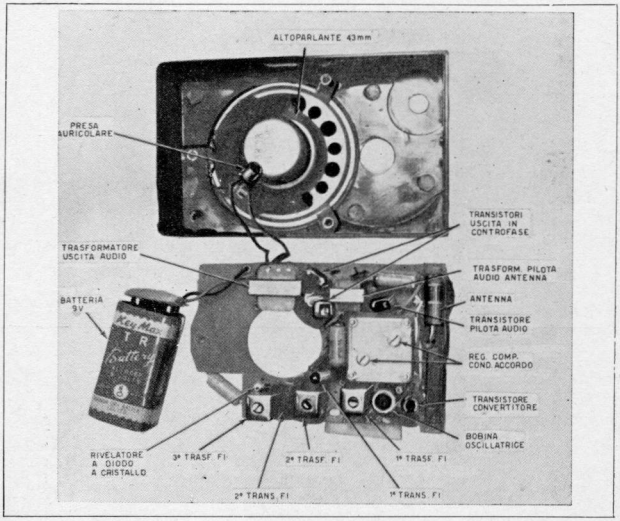


Fig. 8-9. - Tipico telaio di ricevitore giapponese a sei transistori (fuori dalla custodia).

Radioricevitori giapponesi a transistori

I radioricevitori costruiti in Giappone sono praticamente esportati in tutto il mondo. Il Giappone infatti è il Paese in cui vengono prodotti

in maggior numero radioricevitori a transistori. Questi apparecchi sotto molti aspetti sono paragonabili a quelli prodotti negli altri Paesi, ma di solito hanno dimensioni più ridotte. Questa diminuzione di dimensioni è dovuta principalmente all'impiego di componenti miniaturizzati.

In Fig. 8-9 è illustrato uno di questi ricevitori. In tale ricevitore sono impiegati molti componenti le cui dimensioni sono sensibilmente più piccole di quelle degli analoghi componenti impiegati in altre nazioni, compresi gli Stati Uniti. Per esempio, l'apparecchio di Fig. 8-9 ha un altoparlante da 43 mm di diametro, mentre nei ricevitori americani l'altoparlante è da 55 mm di diametro. Inoltre il ricevitore giapponese impiega un condensatore variabile di sintonia estremamente ridotto, racchiuso in una custodia di materiale plastico. I compensatori dei circuiti oscillatore e a radiofrequenza sono facilmente accessibili su una faccia della custodia del condensatore e consentono di allineare completamente il ricevitore senza doverlo estrarre dalla custodia.

Anche la bobina di antenna a ferrite è di dimensioni più piccole di quelle che si adottano nelle altre Nazioni. Ciò viene ottenuto impiegando un nucleo di ferrite più piccolo e un avvolgimento più compatto.

Il regolatore di volume, non visibile nella fotografia, è del tipo miniatura e ha la parte resistiva scoperta.

Gli altri componenti sono di dimensioni analoghe a quelli usati negli altri Paesi.

Nella Fig. 8-10 è illustrato il circuito di un tipico radioricevitore giapponese. Il circuito è analogo a quello dei radioricevitori a sei transistori prodotti anche in Italia. In entrata è usato uno stadio convertitore ad un solo transistore. Il valore di R_3 viene scelto in modo da compensare le variazioni delle caratteristiche dei transistori e quindi può differire da un transistore all'altro. Il valore di questo resistore determina la polarizzazione di base ed il guadagno del transistore.

La polarizzazione deve essere regolata in modo da fornire all'oscillatore una reazione sufficiente a tenere innescate le oscillazioni su tutta la gamma delle onde medie. La reazione per l'oscillatore viene prelevata mediante una presa sul secondario della bobina dell'oscillatore (necessaria per adattare l'impedenza di entrata del transistore), attraverso C_3 e la base del transistore convertitore.

I trasformatori a frequenza intermedia impiegano prese intermedie sui primari, per avere adeguati adattamenti di impedenza e massimo trasferimento di segnale.

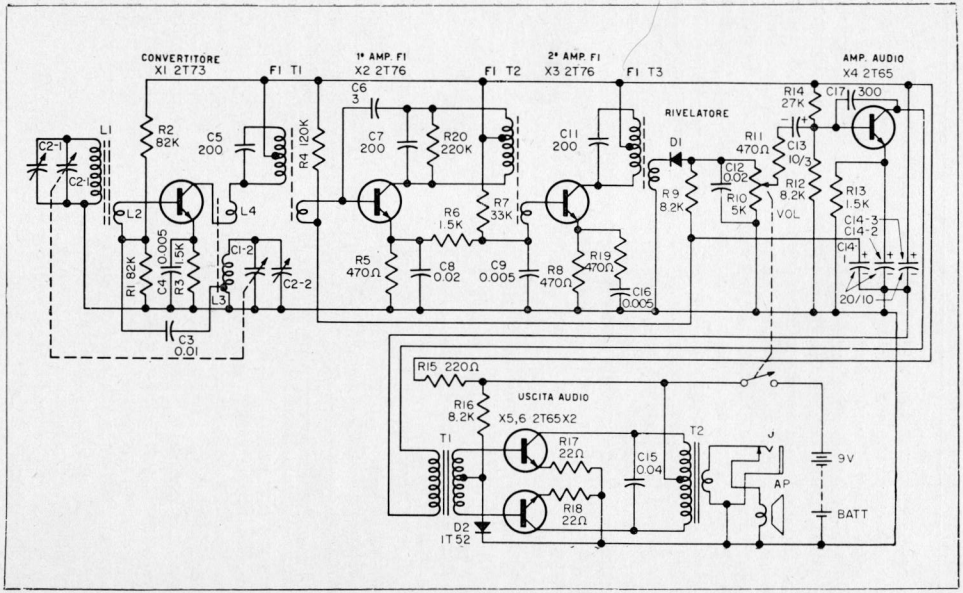


Fig. 8-10. - Radioricevitore portatile giapponese a sei transistori (Sony mod TR-610.

Il primo transistore a frequenza intermedia è neutralizzato dal condensatore C_6. Se necessario, viene inserito il resistore R_{20} per ridurre il guadagno dello stadio e impedire l'innesco del sistema a frequenza intermedia.

Il circuito rivelatore a diodo serve a rivelare il segnale di modulazione ad audiofrequenza. Il segnale audio viene filtrato da R_9 - R_{14} ed è usato come tensione di controllo automatico di guadagno per il primo amplificatore a frequenza intermedia.

Fra stadio pilota ad audiofrequenza e circuito di uscita in controfase viene impiegato l'accoppiamento a trasformatore per avere l'adattamento di impedenza e per fornire i segnali in opposizione di fase per il funzionamento dello stadio in controfase.

Il diodo D_2 è un varistor (resistenza variabile con la tensione applicata) che regola il guadagno del circuito di uscita. L'altoparlante ha un diametro di 56 mm, con bobina mobile da 8 Ω. Per poter inserire l'auricolare telefonico si usa una presa a jack che disinserisce la bobina mobile dell'altoparlante.

Come si riparano i radioricevitori giapponesi a transistori.

I radioricevitori giapponesi presentano due problemi per la riparazione in altre nazioni: il reperimento delle parti di ricambio e delle informazioni per la riparazione e la messa a punto. I componenti più importanti (ossia il condensatore di sintonia, l'antenna a ferrite, il regolatore di volume, ecc...), non sono facilmente reperibili presso i rivenditori di materiali radio. In qualche caso il rappresentante o il rivenditore può procurare le parti di ricambio e le informazioni per la riparazione e la messa a punto.

Nella maggior parte dei casi bisognerà però prendere contatto con il rappresentante generale o l'importatore. Quando si richiedono le parti di ricambio, bisogna specificare chiaramente il numero di modello del radioricevitore, il numero del telaio (se è stampigliato sull'apparecchio) la descrizione della parte di ricambio che occorre e qualunque altra indicazione che fosse stampigliata sul pezzo originario. Con queste informazioni si sarà sicuri di ricevere nel minimo tempo possibile, esattamente il pezzo che interessa.

I transistori usati nei radioricevitori giapponesi sono diversi da quelli usati in Italia. Tuttavia, molti di questi transistori sono intercambiabili con altri tipi facilmente reperibili in Italia. Di solito, il

rivenditore o l'importatore può fornire informazioni esaurienti sulla intercambiabilità dei transistori.

Siccome i radioricevitori giapponesi a transistori sono sostanzialmente identici a quelli costruiti negli altri Paesi, ad essi si possono applicare le note di servizio consigliate nei precedenti capitoli di questo libro.

Radioricevitori multigamma

L'avvento dei radioricevitori multigamma totalmente transistorizzati ha fatto abbandonare completamente l'uso dei tubi elettronici nei radioricevitori portatili.

Sono molto numerosi i costruttori italiani e esteri di radioricevitori completamente a transistori a molte gamme d'onda. La maggior parte di questi apparecchi riceve onde fino a 13 m di lunghezza d'onda (22 MHz). Tali ricevitori presentano ottime caratteristiche di sensibilità e selettività. L'uso di transistori e dei relativi componenti miniaturizzati ha grandemente ridotto il peso e le dimensioni dei ricevitori. Inoltre, la maggior parte dei ricevitori a transistori impiega normali batterie di dimensioni e costo considerevolmente minori rispetto alle batterie di alimentazione dei ricevitori a tubi elettronici.

La maggior parte dei ricevitori multigamma è munita di antenna a stilo (telescopica), per la ricezione delle onde corte, di presa per auricolare telefonico, di illuminazione momentanea della scala di sintonia, di accordo ad espansione di gamma ed infine è possibile inserire un fonorivelatore (del tipo ad alto livello di uscita).

La maggior parte dei ricevitori a molte gamme ha un gruppo a radiofrequenza del tipo a sintonizzatore, separato dal telaio del ricevitore, e che comprende l'amplificatore a radiofrequenza, il mescolatore e l'oscillatore. In questo gruppo vengono usati transistori speciali a radiofrequenza. I transistori che più frequentemente si usano sono RCA 2N370, 2N371 e 2N372 (transistori « drift » *p-n-p* al germanio). Questi transistori sono appositivamente progettati rispettivamente come amplificatori a radiofrequenza, oscillatore e mescolatore, per frequenze fino a 23 MHz. Essi impiegano la schermatura fra i reofori adiacenti, allo scopo di ridurre al minimo le capacità parassite fra i reofori stessi e quindi gli accoppiamenti parassiti fra i circuiti. Questo schermo consiste di un quarto reoforo collegato alla

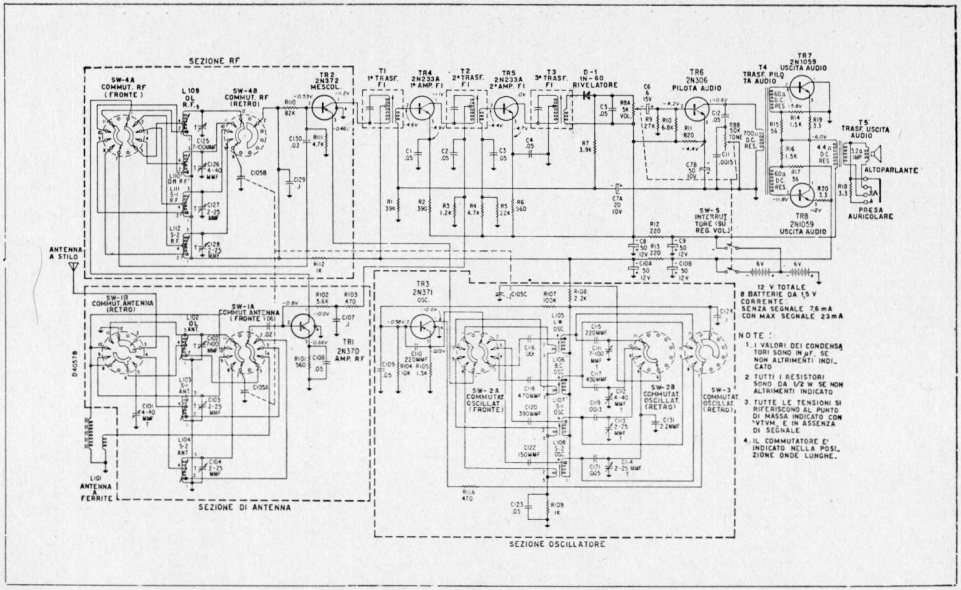


Fig. 8-11. - Radioricevitore multigamma per AM della Sears Roebuck mod. 222.

custodia del transistore e posto fra i reofori di base e di collettore. Pertanto, durante la riparazione, occorre fare attenzione che la custodia di questi transistori non vada a toccare i circuiti vicini.

Nella Fig. 8-11 è illustrato schematicamente un tipico ricevitore multigamma. Esso è un ricevitore ad otto transistori, che consente la ricezione su quattro gamme da 200 kHz a 20 MHz. Queste gamme coprono approssimativamente da 200 a 400 kHz; da 550 a 1600 kHz; da 2 a 6,5 MHz; da 6 a 19,5 MHz. Gli stadi amplificatori a frequenza intermedia, rivelatore e ad audiofrequenza sono sostanzialmente uguali a quelli usati nei circuiti ad una sola gamma di ricezione, trattati in precedenza. Il gruppo di alta frequenza del ricevitore presenta però vari accorgimenti che si sono dovuti attuare per consentire la ricezione delle frequenze alte.

Nella Fig. 8-12 è riportato lo schema elettrico semplificato (non sono stati indicati i commutatori e tutti gli altri circuiti non funzionali). Il gruppo è rappresentato nella posizione « onde lunghe » (200-400 kHz). L'antenna con nucleo di ferrite serve come telaio per la captazione del segnale. Il segnale a radiofrequenza viene accordato (selezionato) dal circuito accordato costituito da *L*102, *C*105, *C*102.

Il segnale a radiofrequenza viene trasferito dalla presa intermedia a bassa impedenza di *L*102, attraverso *C*106, alla base del transistore amplificatore a radiofrequenza. La bobina *L*102 funziona da autotrasformatore, e fornisce un adattamento di impedenza fra il circuito accordato a radiofrequenza e l'impedenza di entrata del transistore.

Il guadagno dell'amplificatore a radiofrequenza è controllato dalla tensione di controllo automatico di guadagno. Ciò può essere visto esaminando il funzionamento del primo amplificatore a frequenza intermedia.

Sulla base di questo transistore è presente la tensione di controllo automatico di guadagno. Man mano che aumenta la tensione di CAG, divenendo più negativa per effetto della maggiore uscita del rivelatore, il transistore viene meno polarizzato in direzione diretta.

La corrente emettitore-collettore del primo transistore amplificatore a frequenza intermedia diminuisce perciò al crescere della tensione del CAG. Questa corrente circola fra emettitore e collettore, attraverso il primario di *T*2 e attraverso *R*3 per chiudersi a massa (polo positivo della batteria). La caduta di tensione su *R*3 diviene quindi più negativa man mano che aumenta la tensione del controllo automatico di guadagno. Questa tensione negativa viene applicata alla base del

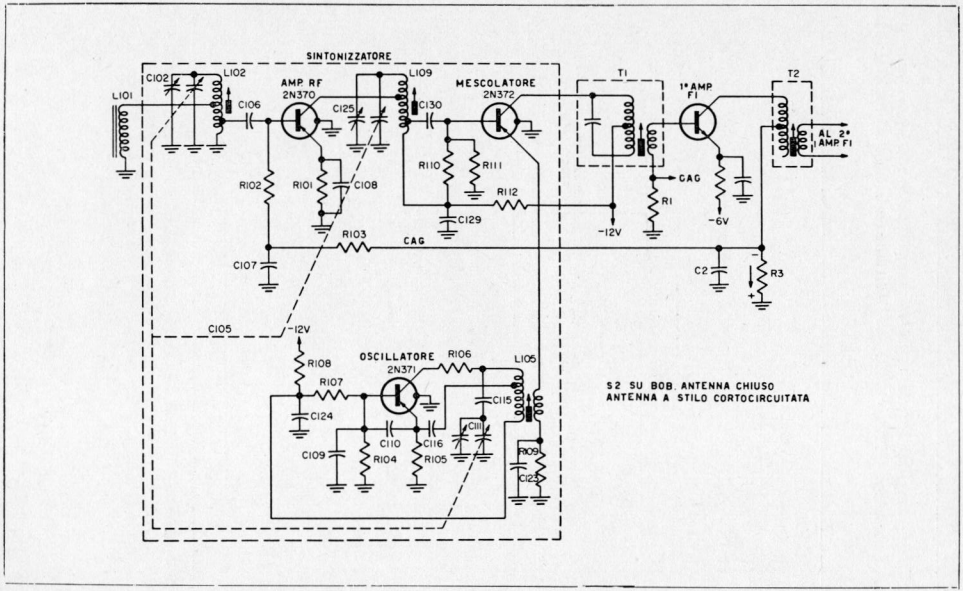


Fig. 8-12. - Schema elettrico semplificato della parte alta frequenza del ricevitore Sears Roebuck mod. 222 (in onde lunghe).

transistore amplificatore a radiofrequenza attraverso il circuito costituito da *R*102 - *C*107 - *R*103 - *C*2 (circuito filtro). Pertanto, il gua-

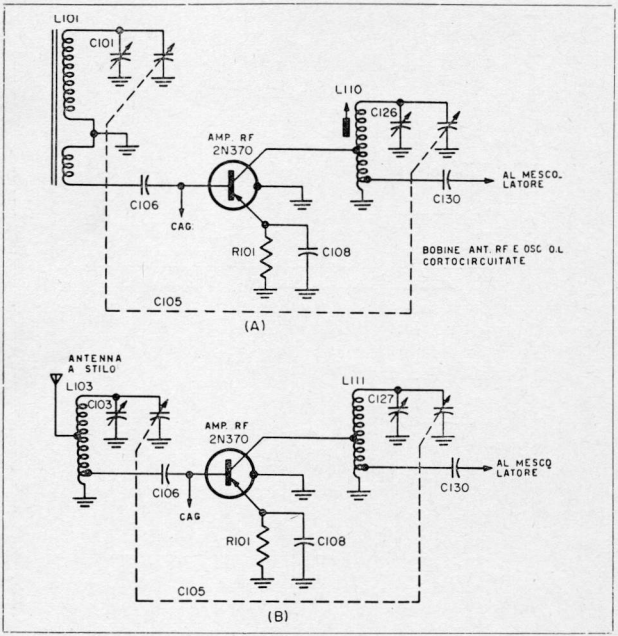


Fig. 8-13. - Schema elettrico semplificato del Sears Roebuck mod. 222. (A) Circuito amplificatore a RF in posizione onde medie. (B) Circuito amplificatore RF in posizione S_1 (S_2 è uguale, fatta eccezione di varianti nel circuito accordato).

dagno dell'amplificatore a radiofrequenza viene ridotto e quindi viene compensato l'aumento del livello del segnale in arrivo.

Il segnale a radiofrequenza amplificato viene applicato alla base

del mescolatore, attraverso l'autotrasformatore *L*109. Il mescolatore viene fatto funzionare quasi con polarizzazione zero, per assicurare una corretta conversione per rettificazione e amplificazione.

Il segnale dell'oscillatore viene iniettato nell'emettitore attraverso un piccolo avvolgimento della bobina oscillatrice.

L'oscillatore è del tipo Hartley, con reazione fra collettore ed emettitore la quale tiene innescate le oscillazioni. Il circuito è stabilizzato dal circuito di polarizzazione fissa di base, composto da *R*108 - *R*107 - *R*104 e dal resistore di emettitore *R*105.

Quando si riceve la gamma delle onde medie (OM) i circuiti oscillatore e mescolatore funzionano in maniera uguale a quando si ricevono le onde lunghe (OL).

Nella Fig. 8-13 (A) è illustrato il circuito amplificatore a radiofrequenza. L'antenna a ferrite è accordata sulla frequenza desiderata, mediante *C*105 e *C*101. Il segnale a radiofrequenza selezionato è inviato alla base del transistore tramite un avvolgimento aggiuntivo sul nucleo di antenna.

Quando si ricevono le onde corte (posizione S_1 e S_2) l'amplificatore a radiofrequenza assume il circuito illustrato in Fig. 8-13 (B). L'antenna a ferrite non viene usata e invece viene accoppiata l'antenna telescopica a stilo, alla base del transistore amplificatore a radiofrequenza, attraverso *L*103 funzionante ad autotrasformatore.

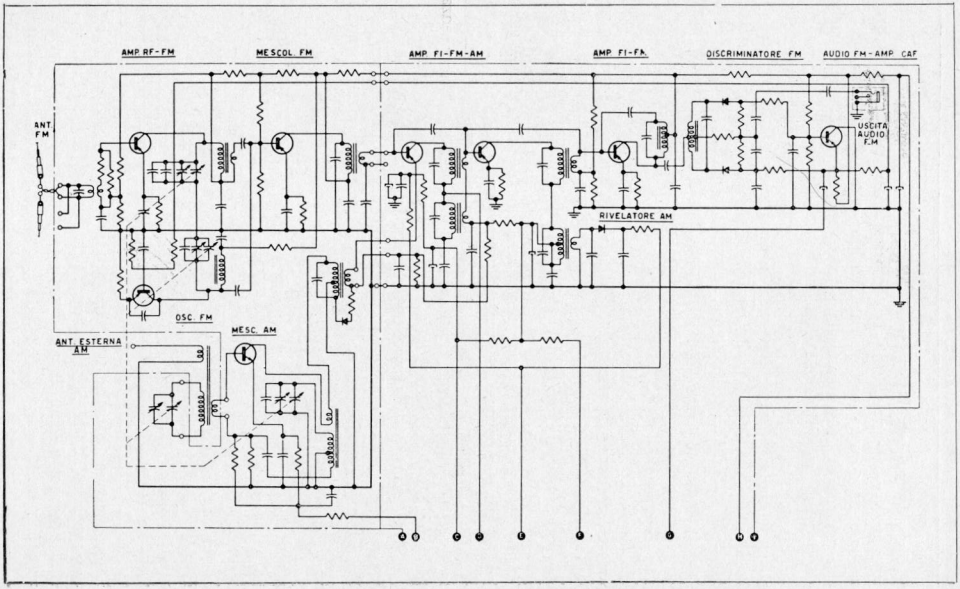
Il funzionamento dei commutatori selettori di gamma è tale che le sezioni *SW*1*B*, *SW*4*B* e *SW*3 cortocircuitano e collegano a massa le bobine non usate, man mano che il commutatore viene portato verso le frequenze più alte.

Radioricevitori a transistori per FM

La banda delle FM si estende da 88 a 108 MHz, al centro dello spettro VHF. Da poco tempo sono divenuti commercialmente disponibili i transistori in grado di amplificare queste frequenze.

Uno dei primi apparecchi in grado di ricevere le trasmissioni a FM fu il TFM-151 della Sony Company, a 15 transistori, apparso qualche anno fa. Ulteriori studi e progressi hanno portato questo fabbricante alla costruzione del radioricevitore portatile a transistori per FM e AM Sony modello TFM-121, che impiega 12 transistori (Fig. 8-14).

L'apparecchio TFM-121 completo, è largo 23 cm, alto 12 cm e profondo 56 mm. Il suo peso, completo di batterie, è di Kg. 1,5. Nella Fig. 8-15 è riportato lo schema di principio di questo ricevitore. Questo ap-


AMP. RF-FM
MESCOL. FM
AMP. FI-FM-AM
AMP. FI-FM
DISCRIMINATORE FM
AUDIO FM-AMP. CAF
ANT. FM
USCITA AUDIO F.M.
RIVELATORE AM
OSC. FM
MESC. AM
ANT. ESTERNA AM

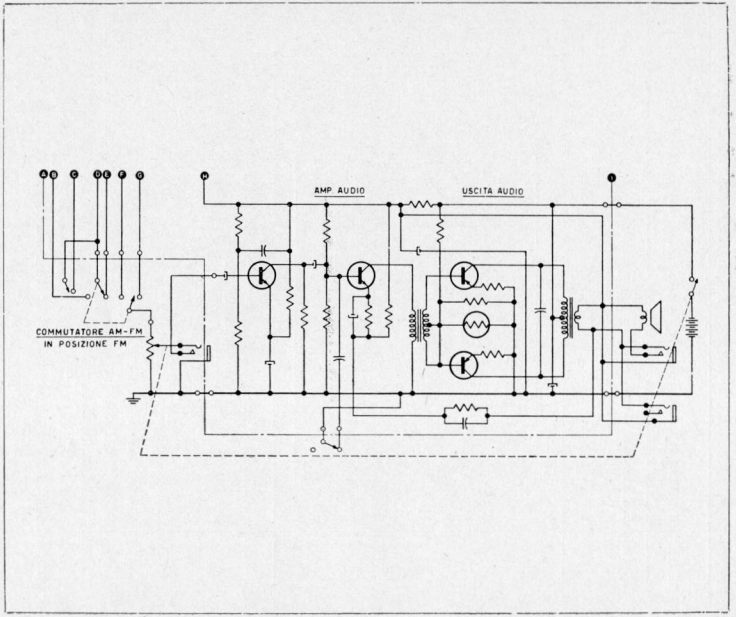


Fig. 8-15. - Schema elettrico di principio del radioricevitore portatile per AM-FM Sony mod. TFM-121 a 12 transistori.

parecchio riceve la gamma della FM, con una frequenza intermedia di 10,7 MHz e riceve anche la normale gamma delle onde medie, con una frequenza intermedia di 455 kHz.

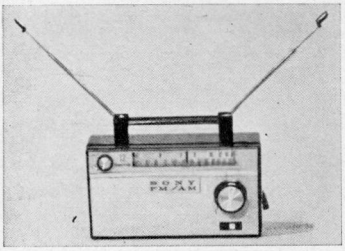


Fig. 8-14. - Radioricevitore portatile per AM-FM Sony mod. TFM-121 a 12 transistori.

Il ricevitore TFM-121 per FM-AM impiega 12 transistori e 4 diodi, due dei quali servono nel discriminatore per FM.

L'apparato è alimentato da quattro batterie normali che sviluppano una tensione di 6 V. Si noti che vi è un discriminatore separato per FM e un rivelatore a diodo per AM, sebbene venga impiegata una unica sezione amplificatrice a frequenza intermedia tanto per FM come per AM.

Nella ricezione in FM si ha anche un circuito di controllo automatico di frequenza (CAF).

Nel funzionamento in FM, l'apparato TFM-121 può usare un dipolo telescopico per FM posto sulla custodia oppure una antenna esterna a 72 Ω. L'antenna è accoppiata a trasformatore con la base del transistore amplificatore a radiofrequenza per FM. Il trasformatore di accoppiamento è aperiodico. Il transistore usato come amplificatore a radiofrequenza può funzionare a frequenze anche leggermente superiori a 100 MHz. L'oscillatore a FM funziona su 10,7 MHz al di sotto della frequenza del segnale in arrivo. Ciò permette all'oscillatore di fun-

zionare su frequenza più bassa, con conseguente miglioramento della stabilità.

L'amplificatore a frequenza intermedia a FM contiene tre transistori *p-n-p* ad alto guadagno collegati come amplificatori ad emettitore comune. La reazione negativa per la stabilità è prelevata dai secondari del secondo e del terzo trasformatore a frequenza intermedia per FM e dal primario del trasformatore del discriminatore e viene inviata alla base di ognuno degli amplificatori a frequenza intermedia. Il terzo stadio a frequenza intermedia funziona come amplificatore-limitatore che pilota il discriminatore Forster-Seeley. Questo discriminatore usa due diodi al germanio. Il segnale ad audiofrequenza viene inviato al commutatore FM-AM e quindi all'amplificatore ad audiofrequenza.

Sulla presa a jack di uscita del rivelatore si può prelevare un segnale di circa 0,1 V che può essere eventualmente inviato ad un amplificatore esterno o un registratore.

L'amplificatore di potenza ad audiofrequenza è un normale stadio di uscita in controfase in classe B. Per stabilizzare la polarizzazione di base dei transistori di uscita è impiegato un varistor.

Per stabilizzare l'oscillatore contro le eventuali variazioni della tensione della batteria è impiegato un circuito di controllo automatico di frequenza. A tale scopo si utilizza la componente continua dell'uscita del discriminatore, la quale viene filtrata e applicata alla base dell'oscillatore attraverso un resistore di disaccoppiamento di 1000 Ω. Variando la polarizzazione di base dell'oscillatore, varia la tensione di collettore, con conseguente variazione della corrente che circola attraverso un resistore da 1000 Ω che alimenta la bobina oscillatrice per FM. Il circuito è regolato in modo che l'uscita del discriminatore sposta la frequenza dell'oscillatore portandola ad un valore corretto, purchè la frequenza « spontanea » dell'oscillatore non disti più di 100 kHz dalla frequenza corretta.

La massima potenza di uscita dell'apparato è di 300 mW.

La parte in AM del circuito è piuttosto solita. Le funzioni di oscillatore sono svolte da uno stadio convertitore e il segnale a frequenza intermedia ottenuto viene fatto passare attraverso due stadi amplificatori a frequenza intermedia e un diodo rivelatore ad una semionda in AM e rivelatore per il controllo automatico di volume.

In questo ricevitore, il diodo di sovraccarico è inserito fra la metà in basso del primario e il primo trasformatore a frequenza intermedia per AM. Il catodo del diodo va a massa attraverso la presa inter-

media del trasformatore e il suo anodo è collegato all'estremità in alto del resistore di polarizzazione di emettitore dell'amplificatore a frequenza intermedia. Quando la resistenza diretta del diodo è molto alta, è alto anche il guadagno totale del convertitore; quando la resistenza del diodo è bassa, è basso anche il Q del circuito accordato e quindi diminuisce l'amplificazione dello stadio. L'uscita in AM del diodo rivelatore è inviata all'amplificatore ad audiofrequenza alla maniera solita.

CAPITOLO IX

APPARATI RADIO PER AUTO COMPLETAMENTE A TRANSISTORI E APPARATI IBRIDI

L'uso quasi universale del sistema elettrico a 12 V con negativo a massa per l'alimentazione di bordo delle automobili e l'introduzione dei transistori di potenza ha portato allo sviluppo dei *radioricevitori ibridi* per auto.

Ora, con l'introduzione di transistori a radiofrequenza migliori e a prezzo più basso, i radioricevitori per auto completamente transistorizzati stanno diffondendosi sempre più, mentre i ricevitori ibridi stanno andando completamente in disuso. Ciò malgrado è utile ai radioriparatori avere nozioni alquanto precise anche su questi tipi di radioricevitori.

Radioricevitori ibridi.

La maggior parte dei tubi usati nella amplificazione di tensione dei normali radioricevitori per auto lavorano in maniera soddisfacente con tensioni di alimentazione anodica e di griglia schermo di 12 V. Invece, in queste condizioni, i tubi di uscita ad audiofrequenza non sviluppano una potenza sufficiente.

Pertanto, i transistori di potenza, combinati con i tubi a bassa tensione di alimentazione anodica, hanno consentito di realizzare i ricevitori ibridi, che non richiedono per il loro funzionamento l'uso del vibratore e dell'associato circuito alimentatore, dato che la loro alimentazione anodica viene prelevata direttamente dalla batteria di bordo dell'autoveicolo.

Nella Fig. 9-1 è illustrato un ricevitore ibrido di basso costo. In questo ricevitore è usato un normale circuito. Il segnale in arrivo è

inviato al tubo amplificatore a radiofrequenza tipo 12BL6 e al convertitore tipo 12AD6. Il segnale a radiofrequenza viene fatto battere con il segnale dell'oscillatore locale e sviluppa così un segnale a frequenza intermedia a 262,5 kHz.

Negli stadi a radiofrequenza, oscillatore e mescolatore si impiega l'accordo a permeabilità. Il segnale a frequenza intermedia viene amplificato dal tubo 12BL6 amplificatore a FI e accoppiato a trasformatore con il tubo 12DL8 rivelatore. La parte a doppio diodo di questo tubo esegue la rivelazione e sviluppa la tensione di controllo automatico di guadagno (CAG) che viene applicata ai tubi a frequenza intermedia, convertitore e amplificatore a radiofrequenza. L'altra sezione del tubo funziona da pilota ad audiofrequenza per lo stadio di uscita a transistore. Questa sezione di tubo ha quattro elettrodi ma funziona da triodo. La prima griglia (piedino N° 3) è realmente una griglia ausiliaria, vicina al catodo e funziona ad un potenziale di griglia positivo fisso. In seguito a ciò risulta aumentata la caratteristica di controllo della griglia comando (piedino 7) e si ha un'altra transconduttanza, se si tien conto della bassa tensione anodica.

L'uscita della sezione pilota del tubo 12DL8 è accoppiata a trasformatore con la base del transistore finale di uscita ad audiofrequenza. Questo transistore funziona come stadio in classe A « ad un solo polo caldo » e pilota l'altoparlante a bassa impedenza attraverso un autotrasformatore di adattamento di impedenza. La polarizzazione di base del transistore è regolata mediante R_{14}, in modo da ottenere la migliore sensibilità di potenza unitamente ad un buon funzionamento. Il resistore R_{16} è un termistore che serve a stabilizzare il circuito e ad impedire che si verifichi la valanga termica dovuta ad aumento di temperatura.

Tutti gli stadi ricavano la loro alimentazione dalla batteria di bordo dell'autoveicolo attraverso circuiti filtro. Il diodo E_3 è al selenio e protegge il ricevitore da una eventuale inversione della polarità di alimentazione. Inoltre esso scarica a massa tutti gli eventuali forti impulsi di tensione negativa.

Si noti che non tutta la tensione del controllo automatico di guadagno viene applicata in maniera normale. Se si facesse a questo modo, dato che i tubi funzionano a bassa tensione di alimentazione anodica, si avrebbero distorsioni molto gravi nella ricezione di segnali assai forti e si avrebbe l'interdizione di qualche tubo. Al tubo amplificatore a radiofrequenza viene applicata tutta la tensione di controllo automatico di guadagno, la quale viene applicata alle griglie

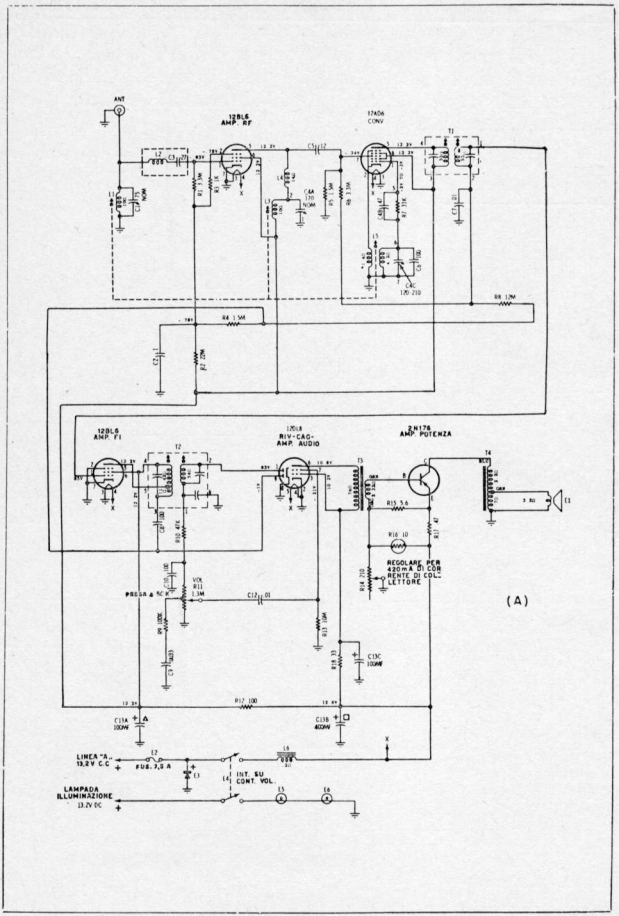


Fig. 9-1. - (A) Il Motorola mod. 852 è un tipico radioricevitore ibrido per automobile, progettato per autoveicoli con impianto elettrico a 12 V.

di soppressione attraverso R_7 e R_8. Pertanto i segnali forti che interdicono il tubo amplificatore a radiofrequenza lo scavalcano e vengono applicati in serie al tubo convertitore, attraverso la capacità griglia di soppressione-anodo.

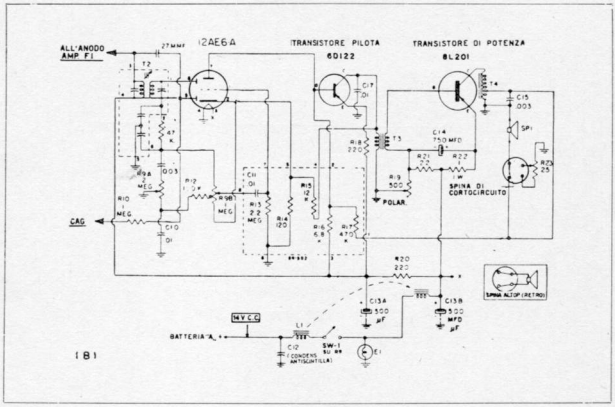


Fig. 9-1. - (B) Il Montgomery Ward mod. FJB 6605 è un radioricevitore per auto impiegante uno stadio preamplificatore e uno stadio finale di potenza a transistori.

In alcuni ricevitori ibridi il controllo automatico di volume sulla griglia dell'amplificatore a radiofrequenza viene attenuato, con conseguente migliore continuità di funzionamento del tubo e con aumento della selettività.

La Fig. 9-1 (B) mostra una parte dello schema elettrico di un radioricevitore per auto (Montgomery Ward modello FJB-6605) impiegante uno stadio pilota a transistore, oltre allo stadio di uscita ad audiofrequenza a transistore. Il trasformatore di accoppiamento T_3 serve per l'adattamento di impedenza fra gli stadi a transistori. Questi stadi forniscono un'uscita indistorta di 2 W e una potenza massima di 3 W.

Ricevitori completamente transistorizzati per auto

Il ricevitore completamente transistorizzato per auto ha pressochè interamente sostituito i radioricevitori ibridi per auto. In tali ricevitori sono attuati particolari accorgimenti per migliorarne le prestazioni e la flessibilità di impiego.

La Fig. 9-2 illustra un radioricevitore totalmente transistorizzato, progettato per essere usato nelle automobili Pontiac. Esso utilizza in tutto dieci transistori.

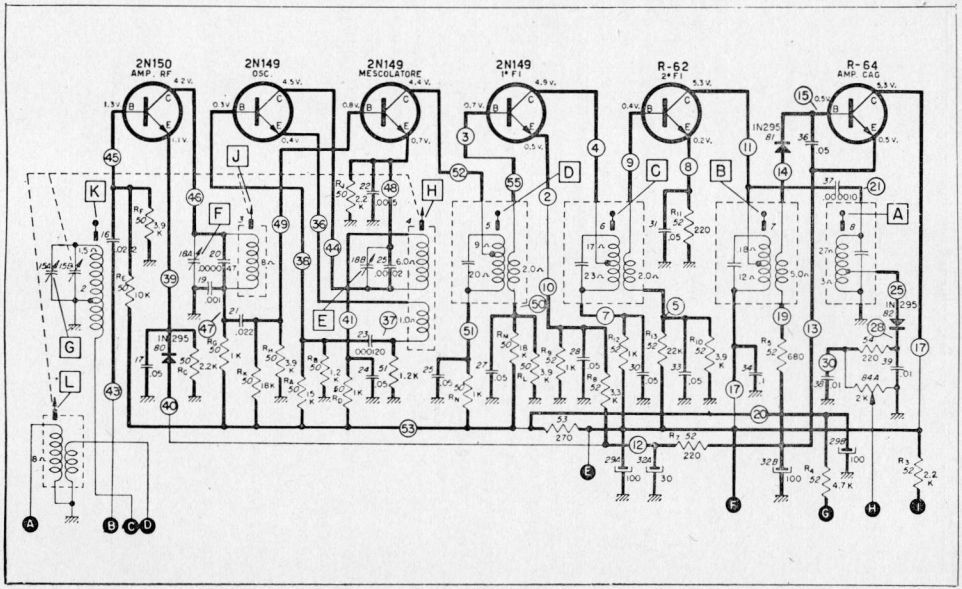
Il ricevitore è contenuto in una custodia che può essere tolta dall'automobile, per poter far funzionare l'apparecchio come normale radioricevitore portatile. In questo caso il ricevitore viene alimentato con quattro elementi a torcia o quattro batterie al mercurio.

Il segnale di antenna viene captato dall'antenna a ferrite e viene applicato all'amplificatore a radiofrequenza accordato. Oltre a due stadi di amplificazione a frequenza intermedia, sono usati circuiti mescolatore e oscillatore separati.

La rivelazione del segnale è svolta dal diodo a cristallo 1N295. Il segnale rivelato viene inviato al pilota ad audiofrequenza.

Il segnale del pilota ad audiofrequenza viene accoppiato a trasformatore ad un amplificatore di uscita ad audiofrequenza in controfase, che eccita l'altoparlante interno. Un diodo rivelatore separato sviluppa la tensione di controllo automatico di guadagno, la quale viene poi amplificata per aumentarne il campo di regolazione.

Quando il ricevitore è posto nella sua custodia sull'autoveicolo, avviene quanto segue: l'antenna a ferrite viene distaccata e viene collegata un'antenna esterna a cannocchiale alla base dell'amplificatore a radiofrequenza, attraverso un trasformatore di adattamento in discesa (accordato a permeabilità con i circuiti mescolatore e oscillatore). Un regolatore variabile di tonalità viene inserito fra il regolatore di volume e la base del transistore preamplificatore audio. Viene anche aggiunto un circuito amplificatore di potenza ausiliario, che pilota un altoparlante da 15 × 28 cm montato dietro il cruscotto. La batteria del ricevitore viene staccata e viene applicata al suo posto la tensione di 12 V della batteria di bordo, tramite un adeguato circuito filtro. Inoltre, la lampadina spia del ricevitore viene collegata alla tensione a 12 V, per illuminare il quadrante.


2N150
AMP. RF
2N149
OSC.
2N149
MESCOLATORE
2N149
1ª FI
R-62
2ª FI
R-64
AMP. CAG
IN295
IN295
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L

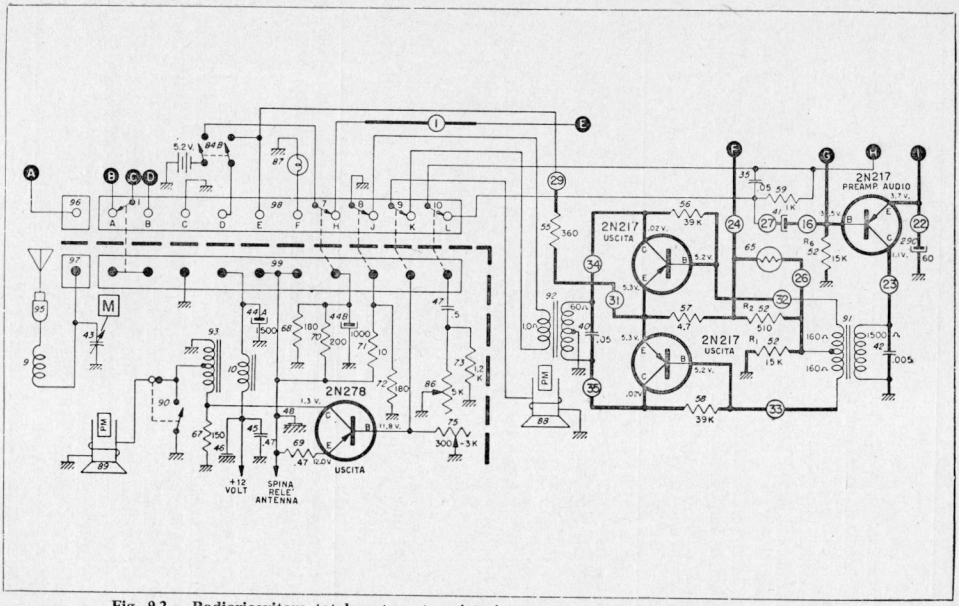


Fig. 9-2. - Radioricevitore totalmente a transistori per auto, mod. 98837 (Pontiac) della Delco.

Riparazione di ricevitori totalmente transistorizzati e di ricevitori ibridi per auto

La riparazione dei radioricevitori per auto richiede le stesse procedure descritte nei precedenti capitoli; fatta eccezione di quanto qui riportiamo.

Queste eccezioni riguardano i circuiti di alimentazione, la riparazione dell'amplificatore di potenza e l'interferenza dovuta alla dinamo di bordo.

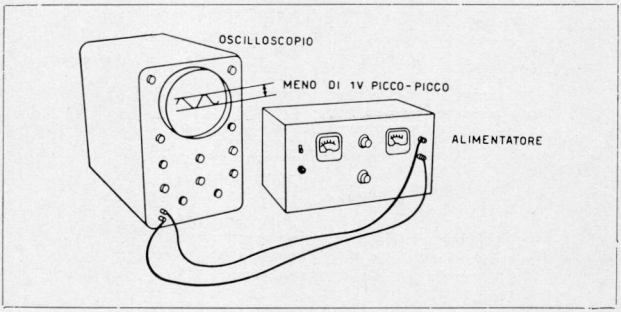


Fig. 9-3. - Come si controlla, mediante un oscilloscopio, il contenuto di ronzio di un alimentatore.

Gli alimentatori a vibratore, alimentati dalla batteria di bordo, generalmente danno forti tensioni di impulso, che possono danneggiare i transistori. Per evitare questi impulsi, si deve collegare un carico permanente sull'uscita dell'alimentatore. Per esempio, in un ricevitore a 12 V, un resistore da 20 Ω - 20 W, oppure quattro lampadine pilota in parallelo, possono costituire il carico necessario. Si pone in funzione l'alimentatore, si regola la tensione su 14 V, e si pone in funzione il radioricevitore.

Non si deve accendere il ricevitore prima di avere regolata la tensione di uscita dell'alimentatore.

Sul banco di lavoro, il radioricevitore può essere alimentato mediante una batteria di ricambio per auto. La maggior parte degli alimentatori hanno un ronzio a corrente alternata tanto alto, che può danneggiare i transistori e gli altri componenti a bassa tensione.

Si deve quindi controllare il contenuto di ronzio di un alimentatore, mediante un oscilloscopio tarato (Fig. 9-3). Un buon alimentatore deve avere una tensione di ronzio minore di 1 V picco-picco.

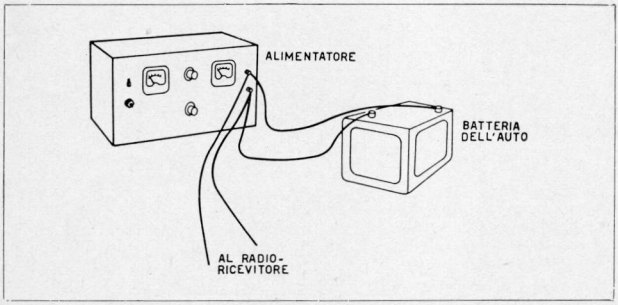


Fig. 9-4. - Una batteria in parallelo con un raddrizzatore alimentato dalla rete costituisce un alimentatore ideale.

Siccome gli alimentatori per ricevitori a transistori debbono fornire una tensione di uscita bassa, si possono applicare all'uscita del sistema filtro condensatori elettrolitici di forte capacità, allo scopo di ridurre sensibilmente il ronzio di alimentazione.

Molti alimentatori non sono adatti ad alimentare radioricevitori a transistori.

Gli apparati a transistori presentano spesso un'ampia variazione di corrente di alimentazione assorbita: dalla corrente molto bassa a potenza ridotta a correnti assai maggiori a potenza massima. La sorgente di alimentazione deve avere quindi buona stabilità altrimenti la tensione di alimentazione aumenta e diminuisce al variare della corrente assorbita. Pertanto, ogni qualvolta è possibile, si dovrà

usare un'alimentazione a batteria. Poichè la tensione della batteria di bordo è soggetta a notevoli variazioni a seconda della velocità di marcia dell'autoveicolo e dello stato di efficienza o meno dei regolatori di tensione dell'autoveicolo, bisogna accertarsi, prima di installare un radioricevitore a bordo di una automobile, che tali regolatori siano perfettamente funzionanti.

Nel caso in cui la batteria di bordo dell'autoveicolo sia a 6 V, con

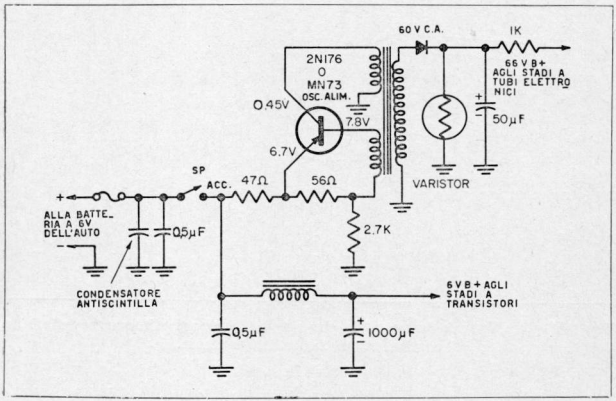


Fig. 9-5. - Il Motorola modello 406 AM autoradio rappresenta il circuito tipico, da usare negli apparecchi riceventi ibridi per auto, alimentati a 6 V. Con questo sistema viene elevata la tensione necessaria per i circuiti a tubi elettronici. Si noti l'uso di un varistor per la stabilizzazione di tensione.

essa non si possono alimentare i tubi della normale serie con tensione anodica di 12 V e allora bisognerà adottare una soluzione che consiste nell'impiego di normali tubi con accensione a 6 V e nell'uso di un circuito di alimentazione ad oscillatore a transistore per ottenere la tensione di alimentazione anodica.

La tensione alternata sviluppata sul primario del trasformatore dell'oscillatore di alimentazione viene rettificata dal diodo inserito

nel secondario del trasformatore. Il trasformatore innalza la tensione al valore necessario per l'alimentazione dei tubi. L'alimentazione dei circuiti a transistori del ricevitore viene invece prelevata prima dell'alimentatore a transistori.

Il circuito alimentatore a transistori può essere controllato usando le procedure e i metodi descritti nel Cap. VI. Il circuito rettificatore è semplice e di funzionamento sicuro e può essere controlla-

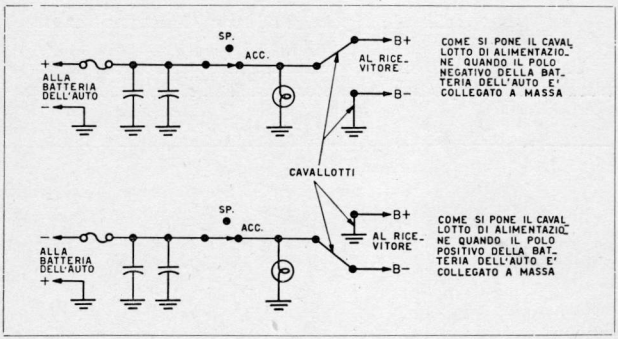


Fig. 9-6. - L'autoradio Motorola mod. 406 AM è un esempio tipico del modo per invertire la polarità di entrata di alimentazione di un radioricevitore a transistori.

to adottando le normali misure di tensione e di resistenza. Fa eccezione l'impiego del varistor con il quale si ottiene la stabilizzazione di tensione. Per controllare il varistor bisogna togliere tutti i tubi dal ricevitore, dissaldare una estremità del varistor dal circuito e collegare un milliamperometro in serie con il varistor. Se il varistor funziona correttamente, la corrente che vi circola deve essere compresa fra 8 e 15 mA.

Quando in una automobile si installa un nuovo radioricevitore a transistori, bisogna accertarsi che la polarità dei collegamenti della batteria sia corretta. La maggiore parte dei costruttori esteri di radiori-

cevitori a transistori per auto adotta un sistema per invertire la polarità nello stesso radioricevitore.

In Fig. 9-6 è illustrato un esempio del genere. In questo ricevitore, il cavallotto fra l'interruttore di accensione e massa può essere spostato dal terminale 1 al terminale 2, e viceversa. Le istruzioni del costruttore dovranno essere seguite con attenzione, per evitare di danneggiare i transistori del radioricevitore.

Circuiti di potenza ad audiofrequenza a transistori.

Un'avvertenza che bisogna premettere nel riparare i circuiti di potenza ad audiofrequenza a transistori è che *non si deve mai far funzio-*

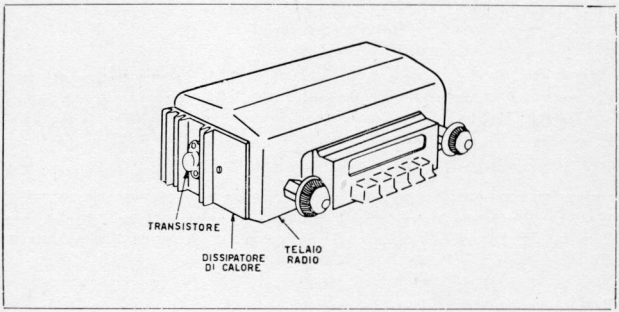


Fig. 9-7. - Il transistore (o i transistori) di potenza ad audiofrequenza molto spesso è montato sul retro o su un fianco della custodia del ricevitore, in modo da facilitare la dispersione del calore.

nare un transistore di potenza se questo non è fermamente bloccato al suo dissipatore di calore. Il dissipatore di calore normalmente è di alluminio e di solito è montato sulla faccia esterna del telaio principale (vedi Fig. 9-7). Il dissipatore di calore è in effetti un radiatore, che svolge la stessa funzione dei radiatori dei motori a scoppio. Perciò fare funzionare un transistore di potenza senza dissipatore di calore è pe-

ricoloso quanto far funzionare un motore a scoppio senza radiatore.

Se la regola suddetta non viene osservata si avrà un surriscaldamento del transistore e un danneggiamento definitivo del transistore stesso.

Quando si sostituisce un transistore di potenza, è importante sostituire anche la rondella di mica che quasi sempre viene interposta fra il transistore e il dissipatore di calore. Questa rondella ha uno spessore critico e, se manca o se è rotta, bisogna sostituirla con altra avente uguale spessore. Se lo spessore fosse molto maggiore o se le caratteristiche di conduzione del calore da parte della mica fossero molto diverse, si avrebbe una diminuzione della durata del transistore.

La vite di fissaggio del transistore va stretta molto bene. A questo modo si consegue un idoneo trasferimento di calore al dissipatore di calore. Una piccola quantità di grasso al silicone, applicata alle due facce della rondella isolante, migliorerà ulteriormente la trasmissione di calore. Quando si sostituisce un transistore bisogna ricordarsi di applicare questi suggerimenti.

Dopo aver fissato il transistore al suo dissipatore di calore, controllare se la custodia del transistore è elettricamente isolata rispetto al dissipatore. Piccole sbavature esistenti sulla vite di fissaggio, sul dado e qualche volta nel foro del dissipatore di calore possono essere sufficienti a perforare l'isolante, provocando un cortocircuito. Per rimediare a questa situazione, asportare con cura la sbavatura e, nel caso in cui sulla faccia inferiore del dissipatore di calore sia usata una rondella di fibra, accertarsi che essa sia centrata rispetto al foro del dissipatore.

I tipi di guasti che possono avvenire nei transistori di potenza sono cortocircuiti, perdite di guadagno e interruzioni.

Un transistore in cortocircuito assorbe una corrente eccessiva e fa bruciare i fusibili di protezione del ricevitore. Se, togliendo il transistore, l'eccesso di corrente scompare, vuol dire che il transistore è in cortocircuito.

Per controllare il guadagno di corrente è consigliabile sostituirlo con un altro sicuramente efficiente. Ricordarsi di regolare la polarizzazione dopo la sostituzione. I dati relativi alla polarizzazione del transistore sono normalmente pubblicati dal costruttore del radioricevitore, nel libretto di istruzioni dell'apparecchio. La caduta di tensione continua sul primario del trasformatore di uscita è un'indicazione della corrente di collettore. Se non esiste caduta di tensione, il transistore è probabilmente interrotto.

In alcuni casi, il guasto del transistore può essere provocato da altre cause, ad esempio difettoso impianto elettrico dell'autoveicolo. Se i cavi della batteria non sono ben stretti, per cui fanno cattivo contatto con la batteria, essi inseriscono fra dinamo e batteria una resistenza più alta del normale. La tensione della dinamo, e quindi di tutto l'impianto elettrico di bordo, può aumentare e superare così il valore di tensione ammissibile per il transistore, con conseguente guasto del transistore stesso.

Una batteria vecchia o una batteria asciutta, ossia con insufficiente acqua fra le piastre, può causare un carico a resistenza alta sulla dinamo con conseguente aumento della tensione dell'impianto elettrico di bordo. Inoltre, un difettoso regolatore di tensione può portare allo stesso risultato, quando la batteria è totalmente carica.

Una norma molto utile da seguire è di controllare la massima tensione di alimentazione del circuito quando il motore gira ad alto regime. Se questa tensione supera, in un sistema a 12 V, il valore di 16 V (o 9 V in un sistema a 6 V) bisogna controllare accuratamente l'impianto elettrico di bordo, fino a trovare la causa di questo eccesso di tensione.

Sotto tutti gli altri aspetti, il circuito amplificatore di potenza ad audiofrequenza può essere controllato e riparato alla maniera descritta nel Cap. III. Però questi circuiti sono estremamente sensibili ad un eccesso di tensione della batteria e ad una polarizzazione errata.

Molti apparati sono muniti di potenziometro per la regolazione della polarizzazione con il quale, dopo aver sostituito il transistore di potenza, si può riportare la polarizzazione al suo valore corretto.

E' importante seguire le istruzioni fornite dal costruttore del ricevitore e regolare correttamente la polarizzazione. Un'eventuale erronea polarizzazione darà come risultato una cattiva qualità audio e in alcuni casi un abbreviamento della durata del transistore.

Ultima avvertenza da seguire scrupolosamente: *non fare mai funzionare il ricevitore con l'altoparlante disinserito*: le tensioni transitorie sul trasformatore di uscita privo di carico possono danneggiare il transistore di uscita.

Quando si sostituisce il radioricevitore su un'auto, accertarsi che la custodia del transistore di potenza non venga cortocircuitata a massa da un qualunque oggetto metallico sporgente nel cruscotto. Accertarsi che fra il radioricevitore e gli altri oggetti situati dietro il cruscotto vi sia uno spazio notevole.

Disturbi di interferenza.

Nei radioricevitori a transistori per auto si possono avere gli stessi disturbi di interferenza che si hanno nei radioricevitori a tubi elettronici per auto. Pertanto si possono adottare gli stessi sistemi di soppressione di disturbi (condensatori filtro, ecc...). Inoltre, bisogna far controllare con cura la batteria, la dinamo e il regolatore. Quando la batteria è debole (ossia quando la sua resistenza interna aumenta al crescere della corrente di carica), si può avere un aumento del livello di disturbo. Inoltre, bisogna controllare che tutti i collegamenti elettrici che vanno alla dinamo, al regolatore e alla batteria facciano buon contatto.

Un altro punto importante è che le varie parti della carrozzeria siano accuratamente collegate alla massa dell'autoveicolo.

Effetti della temperatura ambiente.

Con i transistori si verificano due tipi di inconvenienti che in qualche caso hanno costituito problemi quasi insolubili o che hanno dato luogo a chiamate per riparazione non necessarie.

I transistori, essendo resistenze di un tipo particolare, risentono grandemente della temperatura. Se sono molto freddi perdono una parte del loro guadagno e molta parte della loro potenza di uscita. Se sono molto caldi, si verifica ugualmente perdita di guadagno e di potenza di uscita. Alcuni clienti, residenti in zone particolarmente fredde (con temperatura sotto zero) possono rilevare una cattiva qualità del suono emesso dal loro ricevitore e possono ritenere che quest'ultimo sia guasto e che debba essere riparato. Se si pone il ricevitore in un ambiente a temperatura normale, oppure se lo si fa funzionare quando nell'autoveicolo è in funzione l'impianto di riscaldamento, si rivelerà che il suono ridiventa normale. Una situazione analoga è quella che si verifica in certe zone dove di estate fa molto caldo. Si noterà allora che la riproduzione è alquanto distorta, che il ricevitore è diventato meno sensibile e ciò avviene particolarmente nei ricevitori completamente transistorizzati.

Entrambe queste situazioni sono normali per gli apparati a transistori e si correggono spontaneamente appena viene ripristinata la temperatura normale. Allo stato attuale della tecnica, gli inconvenienti suddetti non possono essere facilmente rimediati e in questi casi

bisognerà spiegare la situazione al cliente, convincendolo che quanto lamenta non è imputabile a difettoso funzionamento del ricevitore.

Tubi elettronici nei radioricevitori ibridi.

Su questo argomento può essere utile un'avvertenza particolare, anche se questa non concerne direttamente i transistori. I tubi elettronici della serie a 12 V impiegati nei radioricevitori ibridi per automobile non *debbono mai essere provati in un normale provavalvole, a meno che dal costruttore del provavalvole non sia esplicitamente detto che le tensioni di prova non superano in alcun caso i* 30 *V massimi.* Un'eventuale inosservanza di questa regola avrà quasi sempre come conseguenza il danneggiamento definitivo del tubo.

Capitolo X

TECNICA DI RICERCA DEI GUASTI

I transistori sono dispositivi molto stabili che hanno una durata eccezionalmente lunga. Però possono venire danneggiati se sottoposti ad un calore eccessivo, se funzionano con tensioni eccessive o erronee e in seguito a maltrattamenti meccanici.

Lo stesso avviene per i componenti miniaturizzati che sono stati sviluppati recentemente e per i telai a circuito stampato usati nelle recenti apparecchiature a transistori. Il radioriparatore dovrà quindi leggere attentamente questo capitolo, prima di iniziare le riparazioni di apparati a transistori.

Prove con il segnale.

Le prove « a colpi » frequentemente usate nella riparazione dei radioricevitori a tubi elettronici, non danno risultati attendibili nei radioricevitori a transistori. Ciò è dovuto alle basse impedenze di entrata dei circuiti a transistori. Inoltre, se si pone a massa la base di un transistore, si può avere una corrente eccessiva nel transistore, tale da danneggiarlo.

Metodo del « colpo » modificato.

Gli stadi a frequenza intermedia e ad audiofrequenza di un radioricevitore a transistore possono essere provati rapidamente con una prova « a colpo » modificata. Essa consiste nell'applicare momentaneamente una piccola tensione continua sul collettore del transistore

impiegato sullo stadio precedente. A tale scopo bisognerà costruire uno speciale terminale di prova (Fig. 10-1).

Per eseguire il controllo mediante questo metodo « a colpo » modificato, si collegherà l'estremità con coccodrillo al polo positivo della batteria. Si toccherà, con l'estremità del terminale che va alla resistenza, il collettore di ciascun transistore. Per esempio (Fig. 10-2) toccando

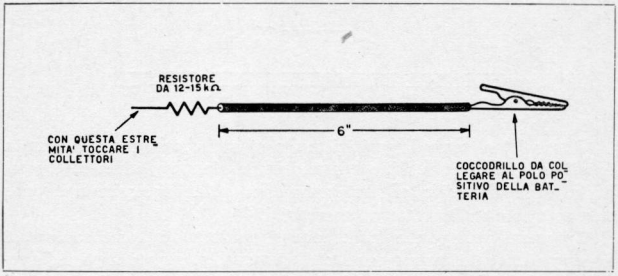


Fig. 10-1. - Terminale per eseguire la prova del segnale con il metodo « del colpo » nei radioricevitori a transistori.

il collegamento di collettore del transistore-convertitore si effettua un controllo del ricevitore, dal primo stadio a frequenza intermedia fino all'altoparlante. Se, eseguendo la prova, si sente un colpo, vuol dire che il circuito percorso dal segnale fra il punto toccato e l'altoparlante è in ordine. Se si esegue questa prova su un ricevitore difettoso, si inizierà dall'altoparlante, andando verso l'antenna.

Metodo del generatore di segnale di rumore.

Un altro metodo rapido (e più attendibile) per provare con il segnale un radioricevitore è quello costituito dal *generatore di segnale di rumore*. Questo strumento fornisce un segnale ricco di armoniche a frequenza audio e a frequenze radio.

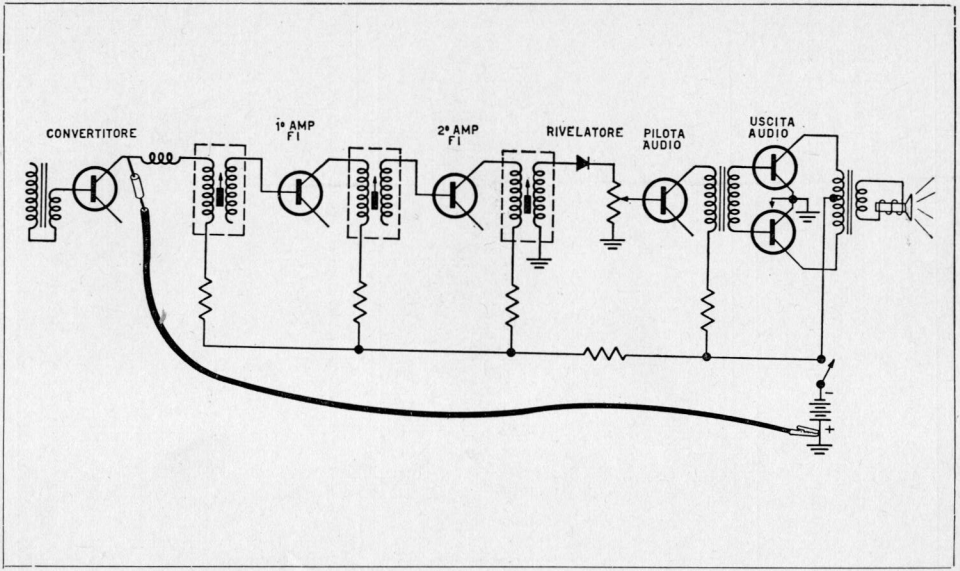


Fig. 10-2. - Come si prova con il metodo « del colpo » un radioricevitore a transistori. Quando con l'estremità del resistore si tocca il collettore del transistore convertitore, si deve sentire un colpo nell'altoparlante.

Nella Fig. 10-3 è illustrato un generatore di segnale di rumore della Motorola. Esso consiste di un multivribratore transistorizzato, funzionante su una frequenza fondamentale nel campo audio (circa 400 Hz) e le cui armoniche si estendono per tutto il campo delle onde medie. Questa continuità del campo di frequenza farà risparmiare

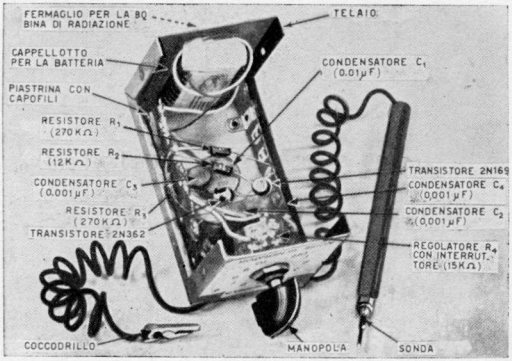


Fig. 10-3. - Interno del generatore di segnale di rumore.

molto tempo. Infatti, durante la riparazione, non si deve eseguire alcuna commutazione per passare dalle audiofrequenze alla frequenza intermedia e alle radiofrequenze.

Sono disponibili due tipi di uscita: diretta e irradiata. L'uscita diretta può essere usata per seguire il circuito del segnale in un radioricevitore non funzionante ed è particolarmente utile nei radioricevitori a transistori, dove la pratica di cortocircuitare i componenti per produrre colpi non può essere attuata, dato che ne possono derivare danni ai transistori.

Nell'eseguire il controllo del circuito del segnale nei radioricevitori a transistori si applica il segnale diretto alla base del transisto-

re, partendo dal transistore pilota ad audiofrequenza. In ogni caso, il collegamento di massa del generatore verrà collegato al collegamento di massa (o B —) del radioricevitore. Se nell'altoparlante del ricevitore si sente un segnale, si applica il segnale del generatore alla base del transistore precedente e così via, andando sempre verso l'antenna del ricevitore. Se applicando il segnale alla base del transistore pilota non si sente alcun segnale, bisognerà inserire il segnale del generatore sulla base del transistore di uscita. Se si applica il segnale del generatore alla base di uno dei transistori di uno stadio di uscita in controfase si sentirà un segnale molto debole. È questa la ragione per cui la prova del circuito del segnale va iniziata partendo dalla base del transistore pilota ad audiofrequenza.

L'uscita diretta del generatore di segnale di rumore è regolabile mediante l'attenuatore situato sul pannello frontale del generatore e che ha lo scopo di consentire di determinare il guadagno relativo dei vari stadi. Il segnale irradiato dall'antenna del generatore (sul coperchio del generatore) non è controllato da questo attenuatore. Se un ricevitore capta il segnale irradiato ma non riceve alcuna stazione, si può supporre che l'oscillatore locale del radioricevitore non funziona.

Il segnale irradiato dall'antenna del generatore può essere usato per allineare l'oscillatore e per l'accordo a radiofrequenza. Siccome (particolarmente nei radioricevitori a transistori) può esistere una certa interazione fra l'oscillatore e l'accordo a radiofrequenza, risulta evidente la grande convenienza dell'uso del generatore di segnale di rumore nell'allineamento del compensatore di antenna, dell'oscillatore e dell'induttanza di antenna sulla parte più bassa della gamma.

Il generatore di segnale di rumore può essere usato per l'allineamento. A tale scopo:

1. - gli stadi a frequenza intermedia e l'oscillatore, debbono essere allineati seguendo le istruzioni del costruttore del ricevitore;

2. - si pone il generatore vicino al radioricevitore. Tenere il segnale del radioricevitore su un livello relativamente basso. Ciò può essere ottenuto variando la distanza fra l'antenna del generatore e l'antenna del radioricevitore oppure orientando opportunamente una antenna rispetto all'altra;

3. - si sintonizza il ricevitore su una frequenza vicina a 1400 kHz sulla quale non vi siano stazioni e, servendosi del generatore di segnale di rumore, si tara il compensatore di antenna per il massimo segnale;

4. - si sintonizza il ricevitore su una frequenza vicina a 600 kHz sulla quale non vi siano stazioni e si regola il nucleo della bobina dell'oscillatore in modo da ottenere l'allineamento con l'induttanza di antenna. Si ha il migliore allineamento quando l'altoparlante fornisce la massima uscita di rumore.

Nella normale riparazione saranno necessari solo piccoli ritocchi

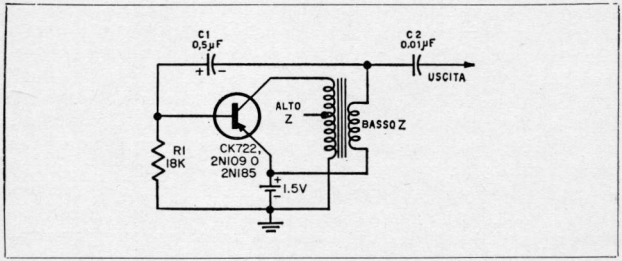


Fig. 10-4. - Circuito per generatore di segnale di rumore, impiegante un oscillatore bloccato.

al compensatore di antenna e al nucleo della bobina dell'oscillatore. Se occorrono grandi variazioni sarà necessario eseguire la taratura dell'oscillatore.

Un bravo tecnico potrà autocostruirsi facilmente il suo generatore di segnale di rumore. Nella Figg. 10-4 e 10-5 sono illustrati due apparati del genere. Il circuito illustrato in Fig. 10-4 è un oscillatore bloccato, impiegante un unico transistore e un trasformatore. Il circuito illustrato in Fig. 10-5 è un multivibratore con due transistori ad accoppiamento sul collettore. Questi apparati sviluppano un'onda quadra ad audiofrequenza o un segnale ad impulso a circa 1000 Hz. Queste forme d'onda sono ricche di armoniche nella gamma ad audiofrequenza, a frequenza intermedia e a radiofrequenza.

La prova del circuito del segnale in un radioricevitore verrà eseguita, con il generatore di segnale di rumore, iniziando dall'altoparlante. Si collegherà il generatore sulla bobina mobile dell'altoparlante:

si dovrà sentire nell'altoparlante un suono, se l'altoparlante funziona correttamente. L'intensità della nota emessa dipenderà dalla impedenza dell'altoparlante. Gli altoparlanti ad impedenza alta daranno un suono più forte di quelli ad impedenza bassa.

Se l'altoparlante funziona regolarmente, si andrà avanti toccando successivamente, con l'uscita del generatore di segnale di rumore,

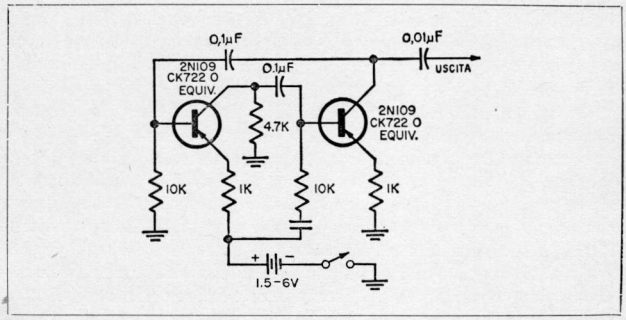


Fig. 10-5. - Circuito multivibratore con accoppiamento nel collettore usato come generatore di segnale di rumore

l'elettrodo di base dello stadio finale di uscita ad audiofrequenza, del pilota ad audiofrequenza, del rivelatore, dei transistori amplificatori a frequenza intermedia. Con i generatori di segnale di rumore esistenti in commercio può essere necessario eseguire una connessione di massa fra la custodia del generatore e il telaio del radioricevitore.

Quando si applica il segnale alla base del transistore di uscita ad audiofrequenza o alla base del secondo transistore amplificatore a frequenza intermedia, può avvenire che il volume della nota sia appena udibile, dato che in questi punti si ha un basso guadagno ad audiofrequenza e a frequenza intermedia. Man mano che si inserisce il generatore sul pilota audio, sul rivelatore, sul primo transistore amplificatore a frequenza intermedia, il livello della nota emessa dall'altoparlante dovrà aumentare notevolmente.

Per controllare l'antenna si costruirà una bobina con 6-8 spire di normale filo di collegamento e la si collegherà ai terminali di uscita del generatore di segnale di rumore. Il diametro della bobina dovrà essere appena sufficiente a consentire al nucleo in ferrite dell'antenna di penetrare nella bobina. Man mano che la bobina viene avvicinata alla bobina di antenna (tenendola sempre parallela all'estremità del nucleo di ferrite, ossia perpendicolare all'asse) si dovrà sentire sempre più fortemente la nota del generatore.

Se, nella prova di ascolto del segnale di rumore, si ha un punto in cui il segnale viene ricevuto e un altro punto, a monte di esso, in cui il segnale non viene più ricevuto, vuol dire che fra i due punti vi è un guasto.

La sezione dell'oscillatore locale del ricevitore a transistore può essere controllata con la seguente procedura: si impiegherà il sistema di accoppiamento a bobina descritto poco avanti, per inviare il segnale di rumore all'antenna del ricevitore. Si ruoterà il condensatore di sintonia, ponendolo sulla capacità minima (tutto aperto). Si toccherà con un dito la vite di regolazione del compensatore della sezione oscillatrice del condensatore variabile.

In queste condizioni l'oscillatore dovrà smettere di funzionare e anche la nota dell'altoparlante dovrà cessare. Sempre con il dito sul compensatore dell'oscillatore si ruoterà il condensatore variabile portandolo verso la capacità massima (tutto chiuso). Si dovrà sentire una nota nell'altoparlante. Ciò indica che lo stadio convertitore fa passare le frequenze intermedie ma non le radiofrequenze e quindi che l'oscillatore non funziona. In altri termini, lo stadio convertitore non converte e il transistore convertitore funziona solo da amplificatore a frequenza intermedia.

Se il segnale del generatore di segnale di rumore passa ugualmente su entrambe le posizioni limite del condensatore di accordo, vuol dire che l'oscillatore locale funziona. Invece, se il segnale si sente solo all'estremità a frequenza bassa della gamma vuol dire che il circuito convertitore funziona a frequenza intermedia e non a radiofrequenza, ossia che l'oscillatore non funziona. Se la nota viene ricevuta su tutta la gamma, vuol dire che il circuito convertitore non funziona affatto.

Il radioriparatore dovrà anzitutto usare il generatore di segnale di rumore su un radioricevitore che sia perfettamente funzionante, allo scopo di prendere familiarità con lo strumento. A questo modo, il radioriparatore imparerà a conoscere, con l'esperienza, quali sono le intensità approssimate del suono sui vari punti di prova di un norma-

le ricevitore a transistori. Potrà così avere una idea dei livelli medi di segnale che dovrà sentire nella riparazione dei radioricevitori difettosi.

Metodo del generatore di segnali.

Il sistema più accurato e sicuro per eseguire il controllo del circuito del segnale è evidentemente quello del generatore di segnali, che fornisca noti segnali ad audiofrequenza, a frequenza intermedia e a radiofrequenza. Il segnale a frequenza fissa ad audiofrequenza (400 Hz) disponibile sulla maggior parte dei generatori di segnale, serve a controllare i circuiti ad audiofrequenza. Per controllare gli stadi a frequenza intermedia si userà il segnale a 455 kHz (in rari casi viene usata una frequenza intermedia di valore più basso. È perciò opportuno, qualora sia possibile, consultare le note di servizio del costruttore del ricevitore).

Per controllare il funzionamento del circuito convertitore si useranno i segnali a 600 kHz e a 1400 kHz. Con tali segnali, oltre alla taratura della scala, si effettuerà l'allineamento per la massima sensibilità. Queste prove saranno eseguite usando le procedure descritte nelle precedenti sezioni relative all'uso del generatore di segnale di rumore.

Quando si effettua il controllo del circuito del segnale con il generatore di segnali, si deve sempre inserire un condensatore (da 0,01 a 0,1 μF) in serie con il terminale « caldo » del generatore. A questo modo si eviterà di porre in cortocircuito le polarizzazioni del transistore.

Se il ricevitore usa un telaio a circuito stampato, il terminale di massa del generatore potrà essere collegato all'uno o all'altro polo della batteria. Se invece è usato un telaio metallico, si collegherà la massa del generatore al telaio.

Il livello del generatore di segnali deve essere il più basso possibile (appena udibile). Nei circuiti a transistori non bisogna applicare segnali più forti di quanto necessario. Ciò è particolarmente importante negli stadi a basso livello.

Nei circuiti convertitori non bisogna immettere il segnale direttamente negli elettrodi del transistore, poichè in questo caso cesserebbe l'oscillazione. Sarà invece necessario usare il segnale irradiato, alla maniera illustrata in Fig. 5-9.

Negli stadi a radiofrequenza si può usare il segnale irradiato oppure

si può appoggiare il terminale « caldo » del generatore al corpo isolante di un resistore o di un condensatore del circuito (accoppiamento capacitivo).

Controllo dei transistori

Il sistema migliore e più sicuro per controllare lo stato di efficienza di un transistore consiste nel sostituire il transistore

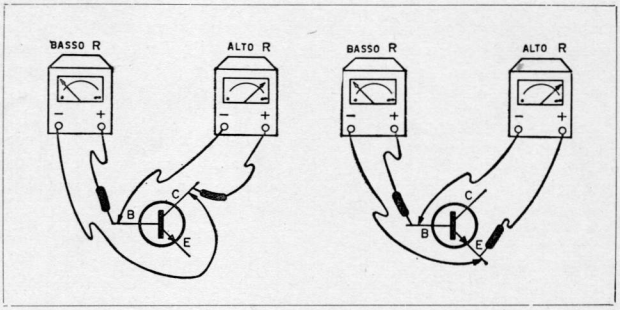


Fig. 10-6. - Controllo di un transistore *n-p-n* con un ohmetro. La resistenza bassa deve essere da 50 a 500 Ω. La resistenza alta deve essere da 50 kΩ a 5 MΩ. Il rapporto fra resistenza inversa e resistenza diretta deve essere almeno di 100 a 1.

che si ritiene difettoso con un transistore uguale e sicuramente buono. Inoltre si può eseguire un controllo di resistenza per misurare il grado con cui il transistore lascia passare la corrente in una direzione, bloccandola invece nell'altra. Questa prova indica se il transistore si è fuso oppure se si è interrotto.

Si pone l'ohmetro sulla scala $R \times 10$ (controllare che il terminale negativo della batteria del voltmetro elettronico o dell'alimentatore sia collegato con il terminale di massa del voltmetro elettronico). Non si

deve usare una scala più bassa di $R \times 10$ poichè potrebbe aversi una corrente eccessiva nel transistore in prova, tale da danneggiarlo. Se le resistenze corrispondono come è indicato nelle Fig. 10-6 e 10-7, il transistore non è fuso e neppure interrotto.

Il rapporto fra resistenza diretta e resistenza inversa in un buon transistore deve essere dell'ordine di 100 a 1, o migliore. Tuttavia i rapporti fra resistenza diretta e resistenza inversa nei transistori differiscono notevolmente fra un transistore e l'altro, per cui questa prova è poco attendibile.

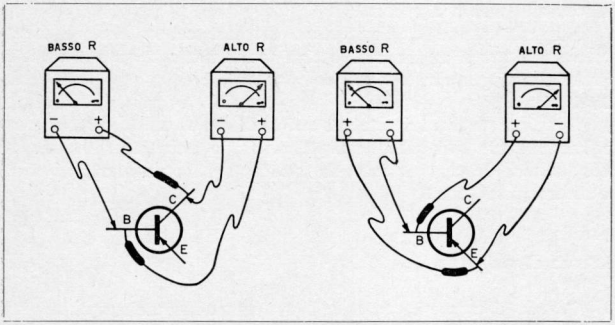


Fig. 10-7. - Controllo di un transistore *p-n-p* con un ohmetro. La resistenza bassa deve essere da 50 a 500 Ω. La resistenza alta deve essere da 50 kΩ a 5 MΩ. Il rapporto fra resistenza inversa e resistenza diretta deve essere almeno di 100 a 1.

Se possibile, si usi come ricambio un transistore perfettamente uguale a quello originario. Ciò è particolarmente importante negli stadi convertitore, mescolatore, oscillatore, amplificatore a radiofrequenza e negli stadi amplificatori a frequenza intermedia.

Nei circuiti di uscita ad audiofrequenza in controfase si usi sempre una coppia di transistori « adattati ».

Se non si dispone di un transistore di ricambio dello stesso tipo, si potrà usare uno dei tipi consigliati nella tabella di intercambiabili-

tà, riportata come appendice alla fine del presente volume. Nel Cap. III è descritto un sistema per adattare i transistori dei circuiti amplificatori ad audiofrequenza in controfase.

Misure di tensione

La tensione più importante che si deve misurare in un transistore è la tensione di polarizzazione fra base ed emettitore. Questa tensione generalmente sarà compresa fra 0,05 e 0,2 V. Se questa tensione differisce di oltre il 10-20% si avrà distorsione, basso guadagno o eccessivo assorbimento di corrente.

Normalmente nei radioricevitori a transistori la tensione collettore-emettitore si aggira fra 2 e 12 V (evidentemente questa tensione varia al variare della tensione della batteria e dello stadio sul quale la si misura).

Eventuali tensioni errate sui terminali del transistore sono generalmente causate da cattivi contatti nel telaio a circuito stampato, da condensatori in cortocircuito, da trasformatori o resistori interrotti, o da transistori fusi.

Misure di resistenza

Quando si esegue il controllo di resistenza su un circuito, bisogna togliere il transistore dal circuito. Se il transistore è saldato al telaio a circuito stampato, bisogna dissaldare uno dei reofori del componente che si vuol controllare. Ciò è necessario poichè la tensione che si ha sui terminali di un ohmetro può provocare la conduzione del transistore e quindi si otterranno erronee misure di resistenza. Inoltre, questa tensione può anche far circolare nel transistore una corrente superiore a quella ammissibile, con conseguente danneggiamento definitivo del transistore.

Misure di corrente

La misura dell'assorbimento di corrente in un ricevitore difettoso indicherà quale componente del ricevitore determina questa eccessiva corrente. I difetti tipici che in un ricevitore possono provocare una

alta corrente assorbita sono un transistore fuso, un condensatore elettrolitico in cortocircuito o con perdite eccessive, una polarizzazione erronea sul transistore o una errata polarità di interzione della batteria. In questi casi, la corrente può raddoppiarsi o triplicarsi rispetto alla normale corrente del ricevitore.

Per controllare l'assorbimento di corrente, si porrà un milliamperometro (da circa 100 mA) in serie con la batteria. Un altro modo consiste nel porre l'interruttore del ricevitore su « spento » e collegare il milliamperometro fra i terminali dell'interruttore stesso.

Generalmente i ricevitori con stadio di uscita ad audiofrequenza in controfase hanno una corrente (in assenza di segnale), che si aggira fra 5 e 10 mA. Questa corrente aumenterà ad oltre 50 mA quando si riceve un segnale.

Nei ricevitori aventi uno stadio di uscita ad audiofrequenza in classe A, l'assorbimento di corrente rimane pressochè costante passando da assenza di segnale a presenza di segnale. L'assorbimento di corrente sarà compreso fra 10 e 20 mA, a seconda del tipo e del numero di transistori usati e della tensione della batteria.

Come si lavora con i transistori

Sebbene i transistori abbiano una durata che può essere considerata praticamente infinita, essi possono venir facilmente danneggiati dal calore eccessivo o da tensioni erronee. Il danneggiamento permanente è dovuto alla alterazione della struttura cristallina del semiconduttore e alla distribuzione di atomi di impurità nel transistore. Inoltre, i transistori hanno una possibilità di dissipazione di calore limitata, a causa delle loro dimensioni estremamente ridotte. Pertanto i transistori sono sensibili al calore e alla corrente e quando si riparano radioricevitori a transistori bisogna tener presenti alcune precauzioni.

Calore.

Per tutte le saldature, usare un saldatore di bassa potenza (come quello descritto nel Cap. XI). Se il transistore è montato su uno zoccolo, sfilarlo dallo zoccolo prima di saldare i componenti del circuito. Se il transistore non può essere tolto dal circuito, usare una pinza a punte piatte (o un utensile analogo), come dissipatore di calore sul reoforo

da saldare. Così facendo verrà bloccata la conduzione di calore. Nella Fig. 10-8 è illustrato un esempio di questa procedura.

Le saldature debbono sempre essere eseguite più rapidamente possibile. Usare lega a bassa temperatura di fusione, con anima in resina.

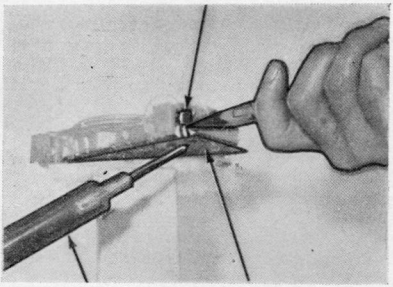


Fig. 10-8. - Per evitare che il calore danneggi il transistore, bisogna usare una pinza a punte piatte per disperdere il calore. Si impedirà così al calore di trasmettersi dal reoforo al transistore.

(Ad esempio, usare una lega al 63% di stagno e 37% di piombo). Prima di eseguire le saldature, ravvivare i conduttori. Prima di iniziare le saldature accertarsi che il saldatore sia sufficientemente caldo, tanto da prendere facilmente lo stagno. Tenere i reofori del transistore i più lunghi possibile, per evitare che attraverso di essi si propaghi calore al transistore. Durante l'esecuzione delle saldature, disconnettere la batteria dal ricevitore.

Tensione e corrente.

I lavori sui radioricevitori a transistori debbono essere eseguiti delicatamente. Eventuali urti, deformazioni o alterazioni nei collega-

menti e nei componenti possono creare momentanei impulsi di corrente. Queste correnti possono essere tanto forti da danneggiare i circuiti a bassa impedenza dei transistori. Può anche avvenire che se i terminali del transistore si toccano fra loro, viene a mancare la polarizzazione del transistore e il momentaneo impulso di corrente può provocare la fusione del transistore.

Quando si installa o si toglie un transistore dal circuito bisogna che il ricevitore sia senza tensione di alimentazione.

Come si lavora sui circuiti stampati

Per sostituire un componente su un telaio a circuito stampato si procederà come segue: si riscalda il punto da saldare sul circuito stampato e si estrae il reoforo del componente (si usi una pinza a molla, come descritto nel Cap. XI, per togliere l'eventuale reoforo rotto). Si scalda e si pulisce il foro del telaio mediante il saldatore e un pennellino. Si sagomano i reofori del componente di ricambio in maniera opportuna e si inseriscono tali reofori negli appositi fori del telaio a circuito stampato. Si riscaldano i reofori usando la lega stagnante precedentemente consigliata e si toglie l'eccesso di disossidante mediante alcool. Si tolga qualsiasi eccesso di filo che sporga dal telaio a circuito stampato.

Nella Fig. 10-9 sono illustrati due sistemi per riparare le rotture nei collegamenti in rame dei telai a circuito stampato. Si taglia un pezzetto di filo da collegamenti lungo circa 12 mm in più della rottura. Si ravvivano a stagno entrambe le estremità. Si pone il filo al centro della rottura, parallelamente al conduttore rotto. Si saldano entrambe le estremità del filo sui filetti del circuito stampato. Si elimina con alcool l'eventuale eccesso di disossidante.

Se una parte di collegamento del circuito stampato si è distaccata dal telaio si taglia questa parte staccata e la si sostituisce con un collegamento eseguito in filo da collegamenti. Accertarsi che le estremità del filo siano ben solide nel telaio, eseguendo su esse una leggera trazione.

Eventuali rotture nel telaio a circuito stampato possono essere riparate mediante il mastice « Pliobond ». Si applica il mastice ad entrambe le parti del telaio che vengono premute fra loro e tenute fisse in posizione. Lasciare asciugare il mastice per 24 ore. Dopo aver riparato il telaio, si rifaranno i collegamenti del circuito stampato che si

sono interrotti in seguito alla rottura del telaio. Tali collegamenti verranno eseguiti con filo stagnato appoggiato sui collegamenti stampati, e saldato.

Se nella parte del telaio rotta sono montati componenti portanti, può essere necessario rinforzare il pannello riparato, incollandovi sopra con mastice una striscia di materiale isolante (bakelite).

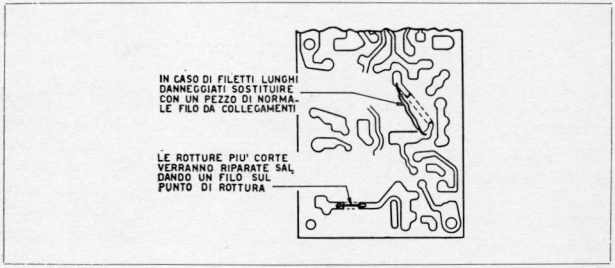


Fig. 10-9. - Metodo per riparare i collegamenti di un telaio a circuito stampato.

Per controllare che non vi siano eventuali saldature fredde sul telaio a circuito stampato, porre in funzione il ricevitore e, mediante cacciavite isolante (il cacciavite da allineamento è molto adatto allo scopo) spostare leggermente i vari componenti, situati dall'altra parte del telaio, vedendo così quali sono quelli con eventuali saldature fredde. Se con questo sistema non si ha alcun risultato, si può tentare di ravvivare tutte le saldature nel circuito stampato, fino ad eliminare l'inconveniente.

Nel caso di funzionamento intermittente del ricevitore, il guasto può essere causato da una « microrottura » di un collegamento del circuito stampato. Molto spesso questa microrottura potrà essere individuata flettendo il telaio a circuito stampato, mentre il ricevitore è in funzione. Un esame dei filetti di rame del circuito stampato, fatto con una lente di ingrandimento, può anche servire ad individuare le microrotture. Queste rotture possono essere riparate facilmente mediante una accurata saldatura.

Sostituzione dei componenti

Batterie.

Quando una batteria è prossima alla fine della sua vita utile, la sua resistenza interna aumenta rapidamente. Perciò, quando si è in presenza di un radioricevitore a transistori non funzionante, la prima cosa da fare è di misurare sotto carico la tensione della batteria (ossia nel ricevitore con l'interruttore su « acceso »).

Se si rileva che la tensione della batteria è meno di 2/3 del valore stabilito, la batteria dovrà essere sostituita. Una batteria quasi esaurita può provocare bassa sensibilità, distorsione e in alcuni casi oscillazioni ad audiofrequenza e inneschi.

Quando si sostituisce la batteria, bisogna fare molta attenzione alla polarità. Una inversione della polarità della batteria può danneggiare definitivamente i transistori dell'apparecchio e i condensatori elettrolitici a bassa tensione. Le batterie si danneggiano rapidamente con il caldo eccessivo. Pertanto non si deve lasciare acceso un ricevitore in vicinanza di una sorgente di calore.

Le batterie esaurite vanno sostituite immediatamente. L'azione chimica, in molti casi, può provocare la fuoruscita di acido dalla batteria. Questo può danneggiare irrimediabilmente il ricevitore, corrodendone le varie parti.

Condensatori elettrolitici.

I condensatori elettrolitici usati nei radioricevitori a transistori sono del tipo a bassa tensione e quindi possono venire danneggiati nel caso di erroneo uso. Questo punto deve essere tenuto ben presente quando si eseguono sul ricevitore controlli con l'ohmetro. Inoltre, bisogna sempre mantenere la corretta polarità della tensione applicata ai condensatori elettrolitici.

Trasformatori.

I trasformatori usati nei radioricevitori a transistori (ossia i trasformatori a frequenza intermedia e ad audiofrequenza) servono ad adattare il valore alquanto alto di impedenza del circuito di collettore del transistore che precede, con il valore alquanto basso di im-

pedenza del circuito di base del transistore successivo. Pertanto tutti i trasformatori sono del tipo a rapporto in discesa. Quindi, durante le prove del segnale, fra primario e secondario dei trasformatori a frequenza intermedia e dei trasformatori ad audiofrequenza si dovrà rilevare una certa perdita di tensione (aumento della corrente del segnale).

Ricambi.

Siccome l'adattamento di impedenza fra gli stadi dei radioricevitori a transistori è molto critico, bisogna usare un pezzo di ricambio che sia esattamente uguale a quello originario, per non influire sull'adattamento di impedenza. Tale norma si applica alla bobina dell'oscillatore, all'antenna, ai trasformatori a frequenza intermedia, al regolatore di volume, al trasformatore pilota ad audiofrequenza, al trasformatore di uscita e all'altoparlante.

CAPITOLO XI

ATTREZZI E STRUMENTI DI MISURA

Per una buona riparazione occorre disporre di una buona attrezzatura, oltre che di adeguati strumenti di misura e di una buona preparazione. Questi elementi sono ancora più importanti nella esecuzione di riparazione su apparati a transistori.

Nel Cap. X è stato trattato il modo come riparare i guasti nei radioricevitori. Discuteremo in questo capitolo il modo come il radiotecnico deve adattare le sue cognizioni relative ai ricevitori a tubi elettronici ai nuovi apparati a transistori, e come deve usare i particolari attrezzi e gli strumenti di misura.

Attrezzi e utensili

Quando si riparano radioricevitori a transistori, è opportuno impiegare utensili più piccoli del normale (Fig. 11-1). Si noti che la maggior parte di questi utensili sono del tipo usato nella riparazione di apparati con circuito stampato.

Esiste poca differenza fra gli utensili necessari nella riparazione di apparati a transistori costruiti con telaio a circuito stampato e quelli che si usano negli altri tipi di apparati.

Si riscontrerà che è utile l'uso di un saldatore di piccola potenza, con una punta relativamente sottile. Inoltre, l'impiego di punte da saldare apposite può ulteriormente semplificare la sostituzione di alcuni tipi di zoccoli per transistori o di alcuni componenti sui circuiti stampati.

Per lavorare su telai metallici può essere invece necessario l'uso di un saldatore da almeno 100 W.

Sarà molto utile l'uso di tronchesine a punte inclinate e di pinze a becco lungo. In qualche caso saranno anche utili le pinze a becco piegato.

Un pennellino servirà a togliere gli eccessi di stagno dai terminali dei componenti, quando questi debbono essere ravvivati.

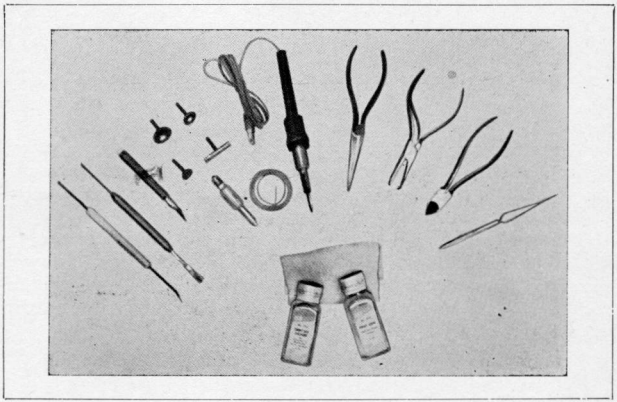


Fig. 11-1. - Serie di piccoli utensili per riparare i radioricevitori a transistori.

Mediante una pinza a molla sarà reso più facile maneggiare piccoli collegamenti o componenti.

Mediante una lametta da rasoio di sicurezza sarà possibile eseguire una saldatura su un punto evitando di ritoccare la saldatura su un altro punto assai vicino, come per esempio avviene nelle saldature sui terminali dei transistori.

Per eliminare la paraffina o la resina al silicone che protegge il circuito stampato e per ripristinare tale protezione si potrà usare alcool denaturato e lacca disciolta. Questi verranno usati rispettivamente prima e dopo aver eseguita la riparazione. Quando, per eseguire una riparazione, si è tolto lo strato protettivo di rivestimento, bisogna aver cura di rivestire nuovamente la zona dove si è eseguita la ripara-

zione con resina al silicone o con lacca disciolta, per proteggere il circuito dalla polvere e dalla umidità.

Oltre agli utensili su elencati, sarà molto utile disporre di una lente di ingrandimento.

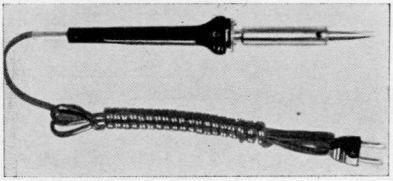


Fig. 11-2. - Saldatore da 40 W con diametro della punta di 6 mm e lunghezza totale 20 cm.

Nella Fig. 11-2 è illustrato un tipico saldatore piccolo. Questo saldatore sarà da 40 W, con un diametro di punta di circa 6 mm e una lunghezza totale di circa 20 cm. Esso è ideale per gli apparati a transistori.

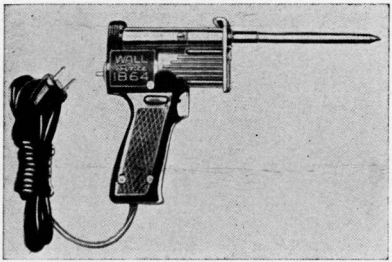


Fig. 11-3. - Saldatore « a pistola » da 150 W con diametro della punta di 6 mm e lunghezza totale 20 cm, per riscaldare rapidamente le parti del telaio dove occorre eseguire saldature.

Per eseguire rapidamente saldature su telai metallici sarà utile un saldatore « a pistola », come quello illustrato in Fig. 11-3. Sebbene esso dissipi 150 W, ha una punta da soli 6 mm. Se possibile, il saldatore dovrà avere un dispositivo di controllo automatico della temperatura, per evitare che si riscaldi eccessivamente quando è lasciato

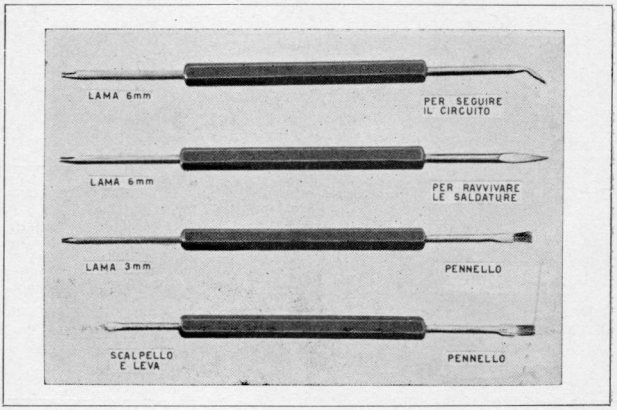


Fig. 11-4. - Accessori per facilitare le saldature.

in riposo. Il saldatore dovrà essere controllato, per accertarsi che non vi sia dispersione a corrente alternata per cui la corrente di dispersione dal saldatore possa danneggiare i transistori. Se possibile, invece del saldatore a pistola si dovrà usare un saldatore a resistenza, evitando così possibili pericoli ai transistori causati da correnti indotte.

Nella Fig. 11-4 è illustrato un gruppo di puntali che servono a facilitare la saldatura e che sono di notevole aiuto ai radiotecnici che riparano apparecchi a transistori a circuiti stampati. L'estremità appuntita serve per estrarre i terminali dei componenti o per togliere un componente o guidarlo in un foro al fine di saldarlo. L'estremità curva

consente l'uso come puntale per sagomare il circuito e per accertarsi che non vi siano connessioni lente. L'estremità appuntita serve per controllare le saldature. Il pennello e la spatola servono alla maniera descritta in precedenza.

Strumenti di misura

Tutti gli strumenti di misura debbono essere del tipo a trasformatore di alimentazione. Gli strumenti ad alimentazione diretta dalla rete (ossia senza trasformatore di alimentazione o con autotrasformatore) debbono essere usati solo interponendo fra lo strumento e la rete un opportuno trasformatore di isolamento.

Voltmetri.

Come strumento per la misura delle tensioni è consigliabile un voltmetro elettronico. Questo deve avere una sensibilità migliore di

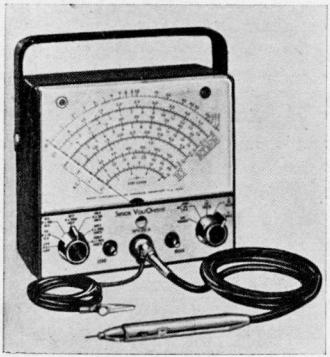


Fig. 11-5. - Voltmetro, ohmetro e milliamperometro RCA tipo WV-98A da usare nella riparazione dei radioricevitori a transistori. Si noti il grande quadrante dello strumento, la cui portata è di 1,5 V fondo scala.

20.000 ohm per volt. Se si usa un multimetro, esso deve avere su tutte le portate una sensibilità migliore di 5000 ohm per volt. In caso contrario, l'eccessivo assorbimento di corrente altererà le condizioni di funzionamento del circuito in esame. La portata a più bassa tensione deve essere di 1,5 V fondo scala, con possibilità di lettura di 0,003 V. Questa precisione è necessaria per il fatto che la tensione continua sulla base del transistore ha un valore tanto piccolo che comparativamente piccolissime variazioni di tensione divengono forti variazioni percentuali. Per esempio, se la normale tensione di polarizzazione di un transistore è di 0,05 V, e se la tensione effettiva è di 0,09 V, la differenza (0,04 V) corrisponde ad un aumento dell'80%. Pertanto nella misura delle tensioni di un apparato a transistori si dovrà usare un voltmetro molto preciso e molto sensibile.

Nella Fig. 11-5 è illustrato uno strumento di questo tipo. Di solito, i controlli eseguiti con un voltmetro preciso sono più attendibili e più utili di quelli eseguiti con un ohmetro (prova di resistenza).

Ohmetro.

Gli ohmetri debbono essere del tipo a bassa corrente, e la corrente che circola non deve superare 1 mA in qualsiasi portata. Questa corrente può essere controllata collegando un milliamperometro (che deve avere una resistenza bassa) in serie con i terminali dell'ohmetro. Si controllerà a questo modo l'assorbimento di corrente in tutte le portate. Generalmente sarà preferibile, dal punto di vista della sicurezza, usare un ohmetro alimentato da una batteria con tensione non superiore a 3 V quando la scala è almeno $R \times 1000$.

Oscilloscopio.

Gli oscilloscopi usati nella riparazione degli apparati a transistori debbono avere una sensibilità alta (0,01 volt per centimetro di deflessione verticale, o migliore). Questa sensibilità è utile per il fatto che il segnale esistente sulla base di un transistore ha generalmente una ampiezza molto bassa.

Non è necessaria una sonda ad alta impedenza per seguire il circuito del segnale, dato che i circuiti a transistori hanno tutti impedenza bassa o media.

Capacimetri.

I capacimetri non possono essere usati per misurare la capacità di condensatori elettrolitici a bassa tensione, impiegati nei radioricevitori miniaturizzati a transistori. Nella maggior parte dei capacimetri, al

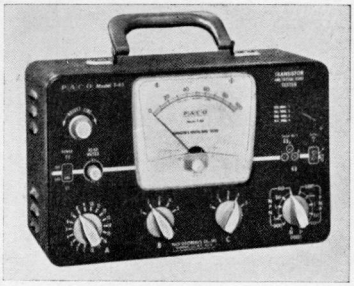


Fig. 11-6. - Prova transistori e prova diodi mod. T-65 della Paco.

condensatore in esame viene applicata una tensione più alta di quella sopportabile dai condensatori elettrolitici a bassa tensione, che quindi potrebbero venire danneggiati durante la misura.

Provatransistori.

Il provatransistori è uno strumento con il quale si può determinare se un transistore è interrotto oppure fuso. Inoltre esso dà una indicazione generale del guadagno di corrente. Alcuni provatransistori indicano anche la corrente di dispersione. Però, nel caso di transistori per alta frequenza (a radiofrequenza, a frequenza intermedia, mescolatore,

convertitore e oscillatore) questi controlli non sono sufficienti, dato che il provatransistori non indica il guadagno del transistore alla frequenza di lavoro.

Fig. 11-7. - Alimentatore da rete per apparati a transistori mod. B-10 della Paco.

Alimentatore esterno.

L'uso dell'alimentatore esterno non è consigliabile per gli apparati a transistori, a meno che l'alimentatore esterno non sia stato appositamente progettato a tale scopo. (ossia abbia un basso contenuto di ronzio e una buona stabilità). In Fig. 11-7 è illustrato un alimentatore esterno progettato per apparati a transistori.

Alcuni costruttori forniscono un filtro come accessorio facoltativo, in modo da poter usare un alimentatore esterno per alimentare l'apparato a transistore. In questi casi il filtro è necessario per migliorare la stabilità, per ridurre il ronzio così fastidioso e per funzionare come filtro passa-basso per le componenti di segnale.

Qualsiasi radiotecnico può facilmente autocostruirsi un semplice alimentatore per eseguire con esso le riparazioni dei radioricevitori portatili a batterie. Nella Fig. 11-8 è illustrato uno di questi alimentatori.

Il trasformatore di alimentazione è del tipo per provavalvole ed è munito, nel secondario, di molte prese intermedie. Si useranno solo le tensioni adatte ai ricevitori a transistori. Tuttavia, qualora l'alimentatore dovesse servire anche per alimentare altri tipi di apparati, si potranno utilizzare le altre prese intermedie.

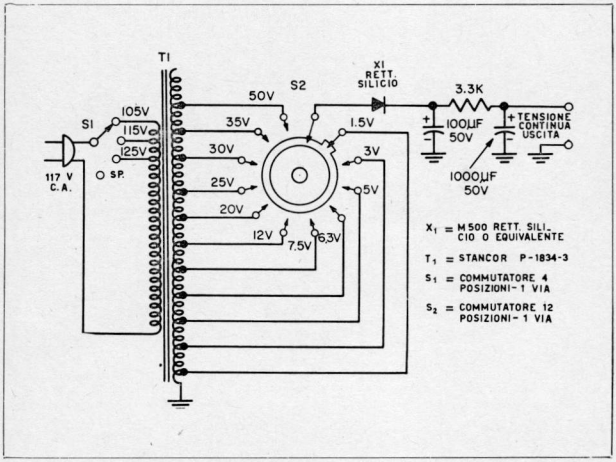


Fig. 11-8. - Alimentatore per riparazione di radioricevitori a transistori.

Il primario del trasformatore è dotato di tre prese intermedie, per poter essere adattato alle varie tensioni di rete. Come rettificatore si userà un elemento al silicio, con il quale si ottiene una stabilità migliore. Condensatori elettrolitici di forte capacità forniscono il necessario filtraggio e servono ad abbassare l'impedenza interna dell'alimentatore. A seconda dei casi e della convenienza, si può incorporare nell'alimentatore un voltmetro in parallelo all'uscita e un milliamperometro da 100 mA fondo scala, in serie all'uscita, in modo da misurare le condizioni di alimentazione del ricevitore.

APPENDICE

TABELLA DI INTERCAMBIABILITA' PER I TRANSISTORI

In questa tabella sono elencati soltanto i transistori che hanno una intercambiabilità diretta. A questa categoria appartengono circa 300 tipi di transistori esistenti in commercio.

Alcuni dei transistori elencati hanno differenze meccaniche e/o elettriche, che possono richiedere varianti meccaniche e/o elettriche per poter impiegare il transistore come ricambio. Per avere una esatta nozione delle varianti da apportare bisogna consultare i dati relativi al particolare transistore, pubblicati dal fabbricante del transistore.

Nella I colonna è riportato il tipo di transistore originario. Nella II colonna è indicato il tipo di struttura del transistore e i tipi di materiali semiconduttori usati nel transistore.

La terza colonna indica il tipo di circuito nel quale il transistore viene usato.

La quarta colonna indica il transistore di ricambio diretto o quello di caratteristiche più vicine.

Nella tabella sono riportati i seguenti simboli, i quali hanno i seguenti significati:

GNPN — Germanio a giunzione *n - p - n*.
GPNP — » » » *p - n - p*.
GPC — » » contatti puntiformi.
GPGJ — » » giunzione per accrescimento *p - n - p*.
GPS — » » barriera di superficie, *p - n - p*.

* A coppia, adattati, per uscita ad audiofrequenza in controfase.

TABELLA DI INTERCAMBIABILITÀ DEI TRANSISTORI

Originale	Tipo	Uso	Ricambio
A2	GPC	amp a-f	2N274
A01	GPGJ	amp a-f	2N218
CK721	GPNP	amp a-f	2N104, 2N191, 2N188*
CK722	GPNP	amp a-f	2N104, 2N191
CK725	GPNP	amp a-f	2N104
CK727	GPNP	amp a-f	2N104
CK751	GPNP	amp a-f	2N109
CK759	GPNP	amp r-f	2N135, 2N139
CK760	GPNP	amp r-f	2N136, 2N139
CK761	GPNP	amp r-f	2N139
CK762	GPNP	convertitore	2N140
CK766A	GPNP	amp r-f	2N135, 2N136, 2N140
CK882	GPNP	amp r-f	2N192
DR126	GPNP	amp a-f	2N105
DR128	GPNP	amp a-f	2N105
G222	GPNP	amp a-f	2N104
GFT20	GPNP	amp a-f	2N109
GFT26	GPNP	amp pot a-f	2N301
GFT32	GPNP	amp a-f	2N270
GFT44	GPNP	amp r-f	2N218
GT14	GPNP	amp a-f	2N109
GT14H	GPNP	amp a-f	2N105
GT20	GPNP	amp a-f	2N109
GT20H	GPNP	amp a-f	2N105
GT38	GPNP	amp a-f	2N77
GT81	GPNP	amp a-f	2N109
GT81H	GPNP	amp a-f	2N105
GT109	GPNP	amp a-f	2N109
GT760	GPNP	amp f-i	2N139
GT761	GPNP	amp f-i	2N139
GT762	GPNP	convertitore	2N140
HA1	GPNP	amp a-f	2N77
HA2	GPNP	amp a-f	2N77
HA3	GPNP	amp a-f	2N77
HA8	GPNP	amp a-f	2N105
HA9	GPNP	amp a-f	2N105
HA10	GPNP	amp a-f	2N105
J1	GPNP	amp a-f	2N109
J2	GPNP	amp a-f	2N109
J3	GPNP	amp a-f	2N109
JP1	GPNP	amp a-f	2N109
L5108	GPS	amp r-f	2N247
MN24	GPNP	amp a-f	2N301
MN25	GPNP	amp a-f	2N301
MN26	GPNP	amp a-f	2N301
SB100	GPS	amp f-i	2N247
T34A	GPNP	amp a-f	2N105
T34B	GPNP	amp a-f	2N105
T34C	GPNP	amp a-f	2N105
T34D	GPNP	amp a-f	2N109
T34E	GPNP	amp a-f	2N109
T34F	GPNP	amp a-f	2N109
T1040	GPNP	amp pot a-f	2N301
T1041	GPNP	amp pot a-f	2N301
TS161	GPNP	amp a-f	2N109
TS162	GPNP	amp a-f	2N104
TS163	GPNP	amp a-f	2N104
TS164	GPNP	amp a-f	2N104
TS165	GPNP	amp a-f	2N109
TS166	GPNP	amp a-f	2N175
TS620	GPNP	amp a-f	2N139
TS621	GPNP	amp a-f	2N140
ZJ13	GNPN	amp a-f	2N109
ZJ71	GNPN	amp r-f	2N247
ZJ72	GNPN	amp vhf	2N247
ZJ73	GNPN	amp r-f	2N247
OC16	GPNP	amp a-f	2N301
OC32	GPNP	amp a-f	2N109
OC33	GPNP	amp a-f	2N109
OC34	GPNP	amp a-f	2N109
OC44	GPNP	amp r-f	2N247
OC45	GPNP	amp r-f	2N247
OC70	GPNP	amp a-f	2N77
OC71	GPNP	amp a-f	2N77
OC72	GPNP	amp a-f	2N109
2N27	GNPN	amp a-f	2N35, 2N104
2N28	GNPN	amp a-f	2N35, 2N104
2N34A	GPNP	amp a-f	2N109

TABELLA DI INTERCAMBIABILITÀ DEI TRANSISTORI

Originale	*Tipo*	*Uso*	*Ricambio*
2N35	GPNP	amp a-f	2N169A
2N36	GNPN	amp a-f	2N34, 2N109, 2N217
2N37	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109, 2N217
2N38A	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109, 2N217
2N41	GPNP	amp a-f	2N77, 2N105
2N43A	GPNP	amp a-f	2N34, 2N106, 2N109
2N44A	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109, 2N186A
2N45	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109,
2N46	GPNP	amp a-f	2N77, 2N105
2N47	GPNP	amp a-f	2N77, 2N105
2N48	GPNP	amp a-f	2N77, 2N105
2N49	GPNP	amp a-f	2N77, 2N105
2N54	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N55	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N56	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N59	GPNP	amp a-f	2N241A
2N62	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109,
2N63	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N64	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N65	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N66	GPNP	amp a-f	2N217
2N76	GPNP	amp a-f	2N104
2N78	GNPN	amp rf-fi amp a-f	2N139 2N169
2N79	GPNP	amp a-f	2N206
2N85	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N86	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N87	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N88	GPNP	amp a-f	2N34, 2N105
2N89	GPNP	amp a-f	2N34, 2N105
2N90	GPNP	amp a-f	2N34, 2N105
2N94A	GNPN	amp r-f	2N139, 2N169
2N96	GPNP	amp a-f	2N206
2N97A	GNPN	amp a-f	2N169A
2N98A	GNPN	amp a-f	2N169A
2N99	GNPN	amp alta freq.	2N169A

Originale	*Tipo*	*Uso*	*Ricambio*
2N104	GPNP	amp a-f	2N109
2N105	GPNP	amp a-f	2N109
2N106	GPNP	amp a-f	2N104
2N107	GPNP	amp a-f	2N34, 2N218
2N109	GPNP	amp a-f	2N188*, 2N192
2N11A	GPNP	amp rf-fi	2N139, 2N218
2N112A	GPNP	amp rf-fi	2N135, 2N136, 2N139, 2N218
2N113	GPNP	amp rf-fi	2N135, 2N136, 2N139, 2N140
2N114	GPNP	convertitore	2N135, 2N136, 2N139, 2N140
2N116	GPNP	amp a-f	2N175
2N132	GPNP	commutaz.	2N404
2N128	GPNP	amp video	2N247, 2N406
2N129	GPNP	amp rf-fi	2N247
2N130	GPNP	amp a-f	2N105, 2N191
2N131	GPNP	amp a-f	2N105
2N132A	GPNP	amp a-f	2N105, 2N192, 2N241A
2N133	GPNP	amp a-f	2N175
2N135	GPNP	amp rf-fi	2N139
2N136	GPNP	amp rf-fi	2N139
2N137	GPNP	amp rf-fi	2N140
2N138A	GPNP	amp a-f	2N109, 2N192*, 2N214, 2N406
2N139	GPNP	amp f-i	2N135
2N140	GPNP	convertitore	2N136
2N145	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139, 2N169, 2N218
2N146	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139, 2N169, 2N218
2N147	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139, 2N168A, 2N218
2N148A	GNPN	amp f-i	2N169A
2N149A	GNPN	amp f-i	2N169A
2N150A	GNPN	amp f-i	2N169A
2N155	GPNP	amp a-f	2N301
2N156	GPNP	amp a-f	2N242, 2N301
2N158A	GPNP	amp a-f	2N242, 2N301 2N301A

TABELLA DI INTERCAMBIABILITÀ DEI TRANSISTORI

Originale	Tipo	Uso	Ricambio
2N164	GNPN	amp f-i	2N169A
2N165	GNPN	amp f-i	2N169A
2N166	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N218
2N167	GNPN	commutaz.	2N94A, 2N269
2N168	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139, 2N293
2N168A	GNPN	convertitore	2N140, 2N212
2N169A	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139
2N170	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139
2N172	GNPN	convertitore	2N140, 2N169, 2N212
2N173	GPNP	amp pot a-f	2N301, 2N677B
2N174A	GPNP	amp pot a-f	2N677C
2N176	GPNP	amp pot a-f	2N301
2N178	GPNP	amp pot a-f	2N235A
2N180	GPNP	amp a-f	2N109, 2N270
2N181	GPNP	amp a-f	2N270
2N182	GNPN	commutaz.	2N94A, 2N269
2N183	GNPN	commutaz.	2N94A, 2N269
2N184	GNPN	commutaz.	2N94A, 2N269
2N185	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109, 2N188*
2N186	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N186A	GPNP	amp a-f	2N270
2N187	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N187A	GPNP	amp a-f	2N270
2N188	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N188A	GPNP	amp a-f	2N270
2N189	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109, 352*
2N190	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N191	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N192	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N194	GNPN	convertitore	2N140, 2N219
2N195	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N196	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N197	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N198	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N199	GPNP	amp a-f	2N34, 2N109
2N200	GPNP	amp a-f	2N206
2N204	GPNP	amp a-f	2N206
2N205	GPNP	amp a-f	2N206
2N207A	GPNP	amp a-f	2N105, 2N241A
2N207B	GPNP	amp a-f	2N105, 2N241A
2N211	GNPN	oscillat. convertit.	2N135
2N212	GNPN	convertitore	2N293
2N214	GNPN	amp a-f	2N188*
2N215	GPNP	amp a-f	2N34
2N217	GPNP	amp a-f	2N109, 2N188*, 2N192
2N218	GPNP	amp f-i	2N139
2N219	GPNP	convertitore	2N140
2N222	GPNP	amp a-f	2N34
2N233	GPNP	amp a-f	2N270
2N224	GPNP	amp a-f	2N270
2N225	GPNP	amp a-f	2N270
2N226	GPNP	amp a-f	2N270
2N227	GPNP	amp a-f	2N270
2N231	GPNP	amp f-i	2N139, 2N218
2N232	GPNP	amp f-i	2N139, 2N218
2N233A	GNPN	amp r-f	2N218
2N234A	GPNP	amp pot a-f	2N242, 2N301
2N235A	GPNP	amp pot a-f	2N301
2N236A	GPNP	amp pot a-f	2N242, 2N301
2N237	GPNP	amp pot a-f amp a-f	2N220 2N175
2N238	GPNP	amp a-f	2N109, 2N191, 2N217
2N240	GPNP	commutaz.	2N217
2N241A	GPNP	amp a-f	2N109, 2N217
2N242	GPNP	amp a-f	2N301
2N248	GPNP	amp r-f	2N247
2N249	GPNP	amp a-f	2N270
2N251	GPNP	amp pot a-f	2N296
2N252	GPNP	convertitore	2N140, 2N169
2N253	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139, 2N293
2N254	GNPN	amp f-i	2N94A, 2N139
2N265	GPNP	amp a-f	2N406
2N267	GPNP	amp r-f	2N247
2N268	GPNP	amp a-f	2N301A

TABELLA DI INTERCAMBIABILITÀ DEI TRANSISTORI

Originale	Tipo	Uso	Ricambio
2N271	GPNP	convertitore	2N411
2N271A	GPNP	amp f-i	2N139
2N277	GPNP	amp a-f	2N677A
2N278	GPNP	amp a-f	2N677
2N279	GPNP	amp a-f	2N34, 2N215
2N280	GPNP	amp a-f	2N34, 2N215
2N281	GPNP	amp a-f	2N241A
2N282	GPNP	amp a-f	2N241A
2N283	GPNP	amp a-f	2N215
2N285	GPNP	amp a-f	2N285A
2N291	GPNP	amp af-fi	2N270
2N292	GNPN	amp af-fi	2N216, 2N410
2N293	GNPN	amp af-fi	2N216, 2N410
2N296	GPNP	amp af-fi	2N301A
2N297	GPNP	amp pot a-f	2N296, 2N301A
2N302	GPNP	commutaz.	2N269
2N303	GPNP	commutaz.	2N269
2N307	GPNP	amp pot a-f	2N301
2N308	GPNP	amp rf-fi	2N247
2N309	GPNP	amp rf-fi	2N247
2N310	GPNP	amp rf-fi	2N247
2N311	GPNP	commutaz.	2N404
2N313	GPNP	amp f-i	2N292
2N314	GPNP	amp f-i	2N292
2N315	GPNP	commutaz.	2N404
2N316	GPNP	commutaz.	2N404
2N317	GPNP	commutaz.	2N404
2N318	GPNP	amp a-f	2N270
2N319	GPNP	amp a-f	2N270
2N320	GPNP	amp a-f	2N270
2N321	GPNP	amp a-f	2N270
2N322	GPNP	amp a-f	2N406
2N323	GPNP	amp a-f	2N270
2N324	GPNP	amp a-f	2N270
2N325	GPNP	amp pot a-f	2N301
2N326	GNPN	amp pot a-f	2N301
2N331	GPNP	amp pot a-f	2N270
2N344	GPNP	amp rf-fi	2N274
2N345	GPNP	amp rf-fi	2N274
2N346	GPNP	amp rf-fi	2N384
2N352	GPNP	amp pot a-f	2N242, 2N301
2N353	GPNP	amp pot a-f	2N242, 2N301
2N368	GPNP	amp a-f	2N109
2N369	GPNP	amp a-f	2N109

Originale	Tipo	Uso	Ricambio
2N375	GPNP	amp pot a-f	2N296
2N376	GPNP	amp pot a-f	2N236B
2N378	GPNP	commutaz.	2N242, 2N301
2N379	GPNP	commutaz.	2N296
2N380	GPNP	commutaz.	2N296, 2N301
2N381	GPNP	amp a-f	2N270
2N382	GPNP	amp a-f	2N270
2N386	GPNP	amp a-f	2N404
2N394	GPNP	amp r-f commutaz.	2N404
2N395	GPNP	amp r-f commutaz.	2N404
2N396	GPNP	amp r-f commutaz.	2N404
2N397	GPNP	amp r-f commutaz.	2N404
2N399	GPNP	amp pot a-f	2N242
2N400	GPNP	amp pot a-f	2N350
2N401	GPNP	amp pot a-f	2N257, 2N350
2N402	GPNP	amp a-f	2N104, 2N188A
2N403	GPNP	amp a-f	2N139, 2N187A, 2N465
2N413A	GPNP	amp f-i	2N218
2N414A	GPNP	amp f-i	2N218
2N415A	GPNP	amp r-f	2N247
2N416	GPNP	amp r-f	2N247
2N418	GPNP	amp pot a-f	2N296
2N441	GPNP	amp pot a-f	2N677
2N442	GPNP	amp pot a-f	2N677
2N443	GPNP	amp pot a-f	2N677B
2N456	GPNP	amp pot a-f	2N296
2N457	GPNP	amp pot a-f	2N296
2N466	GPNP	amp a-f	2N241A
2N555	GPNP	amp pot a-f	2N235A
2N574	GPNP	amp pot a-f commutaz.	2N677B
2N574A	GPNP	amp pot a-f commutaz.	2N677C
2N575	GPNP	amp pot a-f commutaz.	2N677B
2N575A	GPNP	amp pot a-f	2N677C

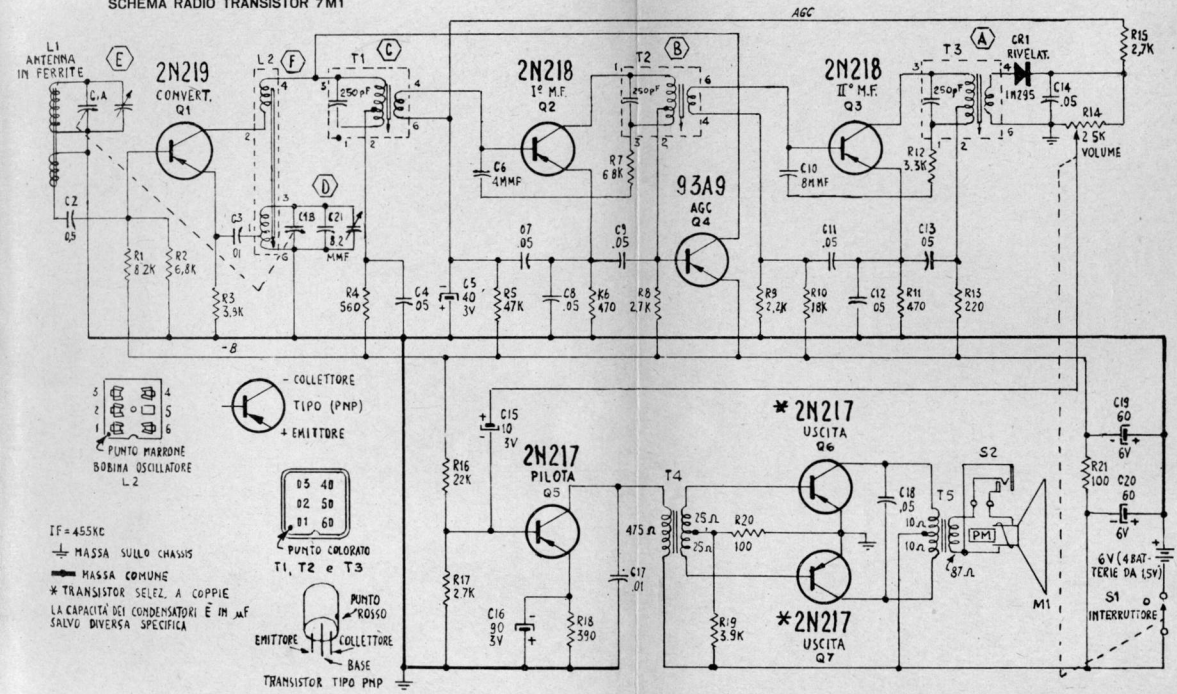
TABELLA DI INTERCAMBIABILITÀ DEI TRANSISTORI

Originale	Tipo	Uso	Ricambio
301	GPNP	amp a-f	2N109
302	GPNP	amp a-f	2N109
310	GPNP	amp a-f	2N109, 2N191, 2N192
350	GPNP	amp a-f	2N109
351	GPNP	amp a-f	2N188*
352	GPNP	amp a-f	2N109
353	GPNP	amp a-f	2N109, 2N188*
354	GPNP	amp a-f	2N188*
830	GNPN	convertitore	2N140, 2N169
880	GPNP	amp a-f	2N169
1032	GPNP	amp a-f	2N109
1033	GPNP	amp a-f	2N109
1034	GPNP	amp a-f	2N109
1035	GPNP	amp a-f	2N109
1036	GPNP	amp a-f	2N109
1320	GPNP	amp a-f	2N109
1330	GPNP	amp a-f	2N109
1340	GPNP	amp a-f	2N109
1350	GPNP	amp a-f	2N109
1360	GPNP	amp a-f	2N109
1390	GPNP	amp rf-fi	2N139
1400	GPNP	amp rf-fi	2N139

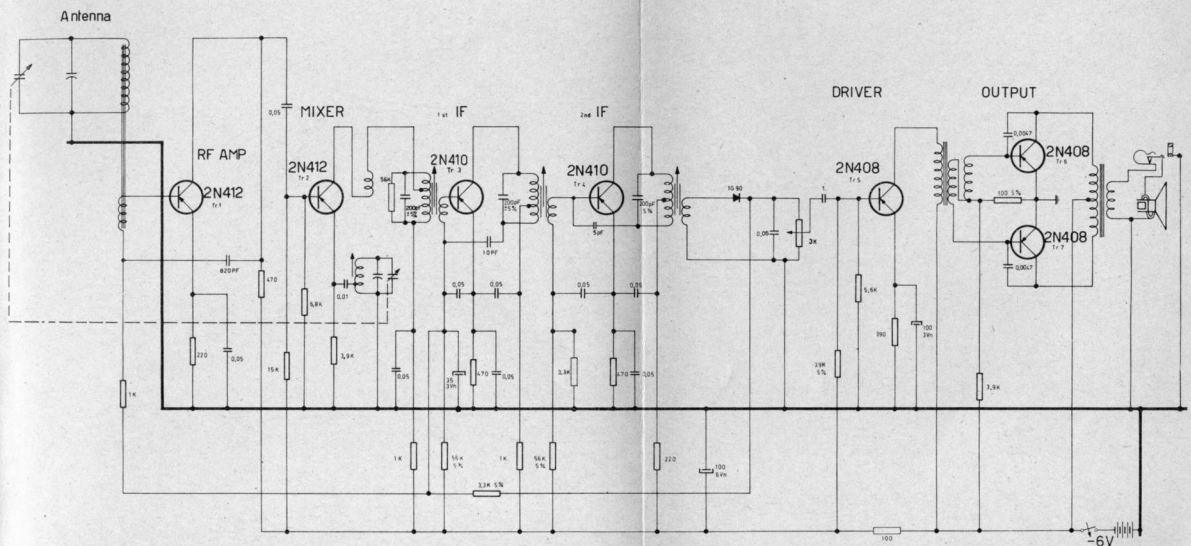
Originale	Tipo	Uso	Ricambio
2N627	GPNP	commutaz. amp pot a-f	2N677A
2N628	GPNP	commutaz. amp pot a-f	2N677B
2N629	GPNP	commutaz. amp a-f	2N677C
2N630	GPNP	amp a-f	2N677C
8D	GPNP	amp a-f	2N218
8E	GPNP	amp a-f	2N218
8F	GPNP	amp a-f	2N218
10A	GPNP	amp a-f	2N270
10B	GPNP	amp a-f	2N270
10C	GPNP	amp a-f	2N270
206	GNPN	amp a-f	2N77
207	GNPN	amp a-f	2N77
208	GNPN	amp a-f	2N77
210	GNPN	amp a-f	2N188*
222	GNPN	amp f-i	2N139, 2N169
223	GNPN	amp f-i	2N140, 2N169
225	GNPN	amp f-i	2N139
228	GNPN	convertitore	2N140
234	GNPN	amp f-i	2N169
235	GPNP	convertitore	2N168A
300	GPNP	amp a-f	2N109

Admiral

SCHEMA RADIO TRANSISTOR 7M1



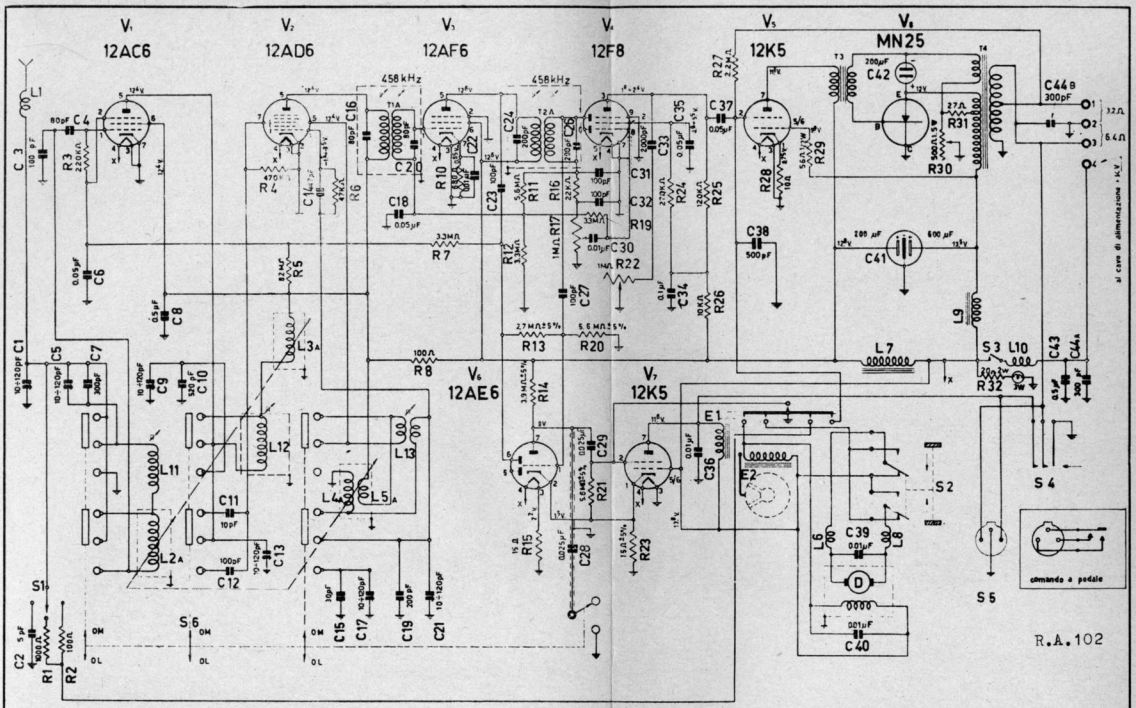
Admiral



SE NON ALTRIMENTI INDICATI I VALORI DEI COMPONENTI SONO:
RESISTENZE in Ohm
CONDENSATORI in MF

Mod. **714**

AUTOVOX

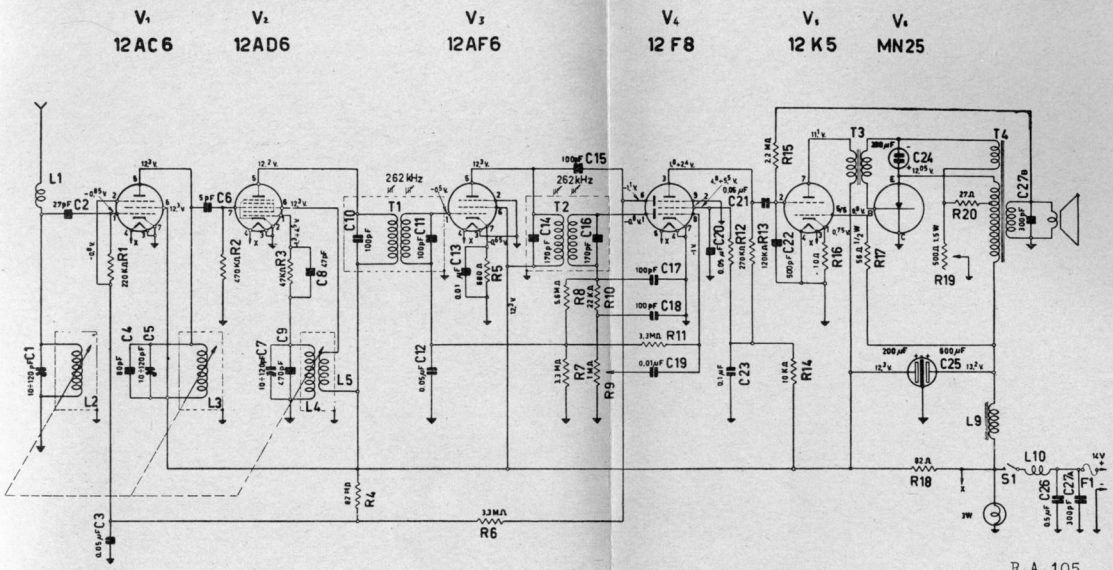


NOTA: 1) SALVO ALTRA INDICAZIONE LE RESISTENZE HANNO LA TOLLERANZA DEL ±10% E DISSIPANO ¼ W a 70°C

2) LE TENSIONI DC ±10% SONO STATE MISURATE VERSO MASSA CON VOLTMETRO 11 MΩ DI RESISTENZA INTERNA; SENZA SEGNALE; COMMUTATORE POSIZIONE OM ALIMENTAZIONE 14 VOLT

Y 9234.1

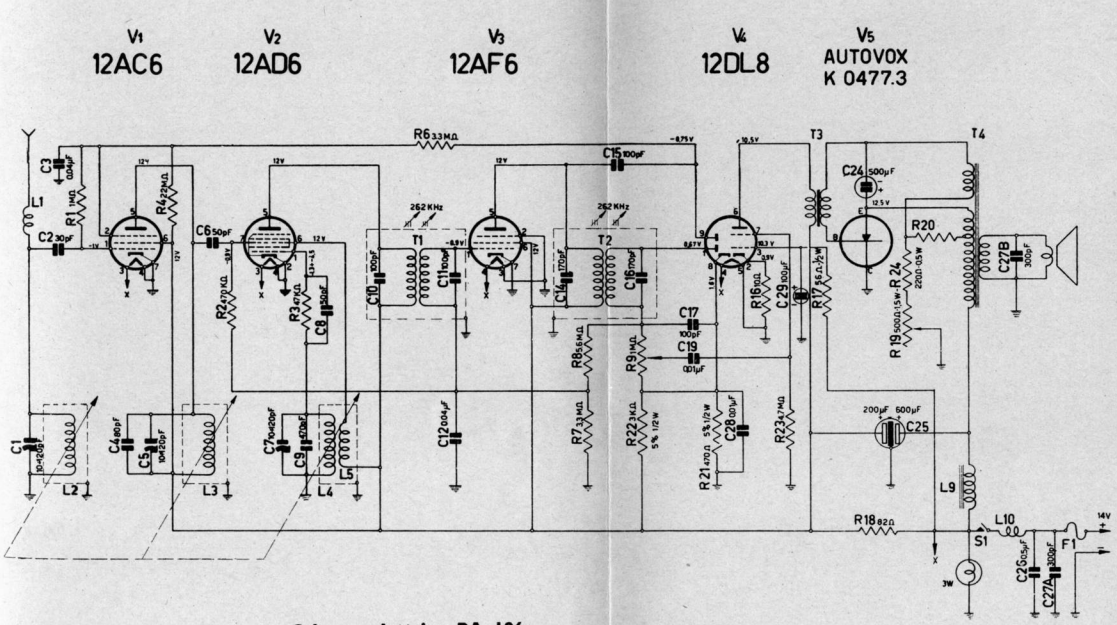
AUTOVOX



NOTA : 1) SALVO ALTRA INDICAZIONE LE RESISTENZE HANNO LA TOLLERANZA DEL ± 10% E DISSIPANO ¼ W a 70° C.

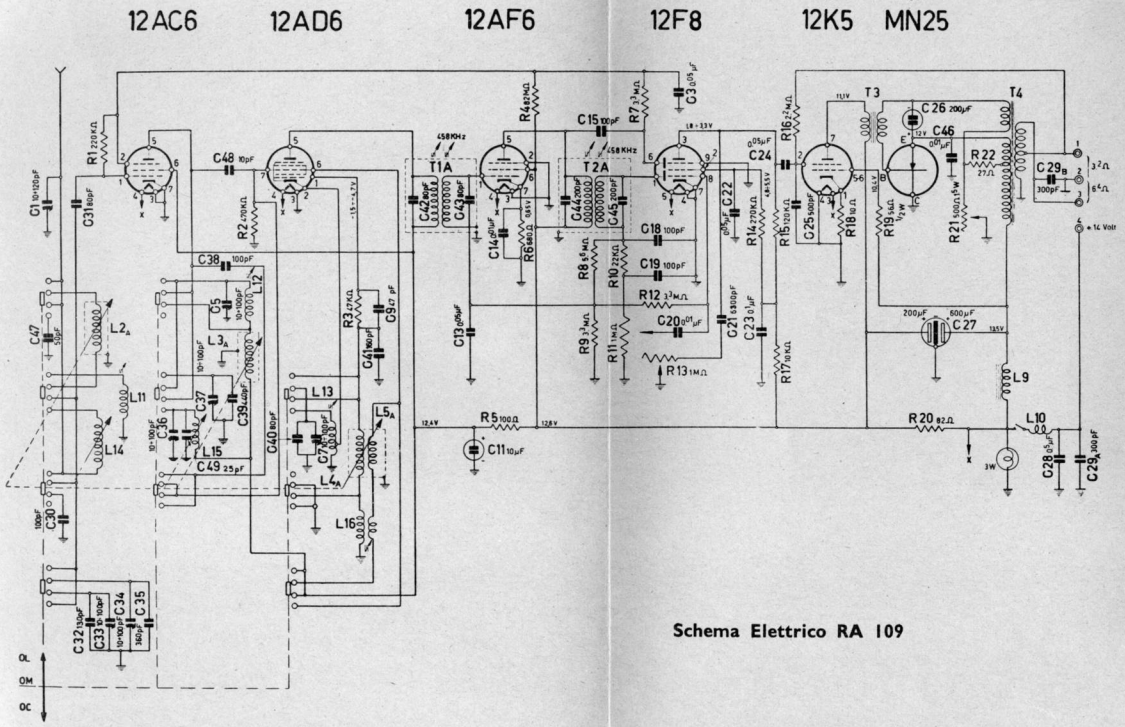
2) LE TENSIONI DC ±10% SONO STATE MISURATE VERSO MASSA CON VOLTMETRO 11 MΩ DI RESISTENZA INTERNA; SENZA SEGNALE, ALIMENTAZIONE 14 VOLT.

AUTOVOX



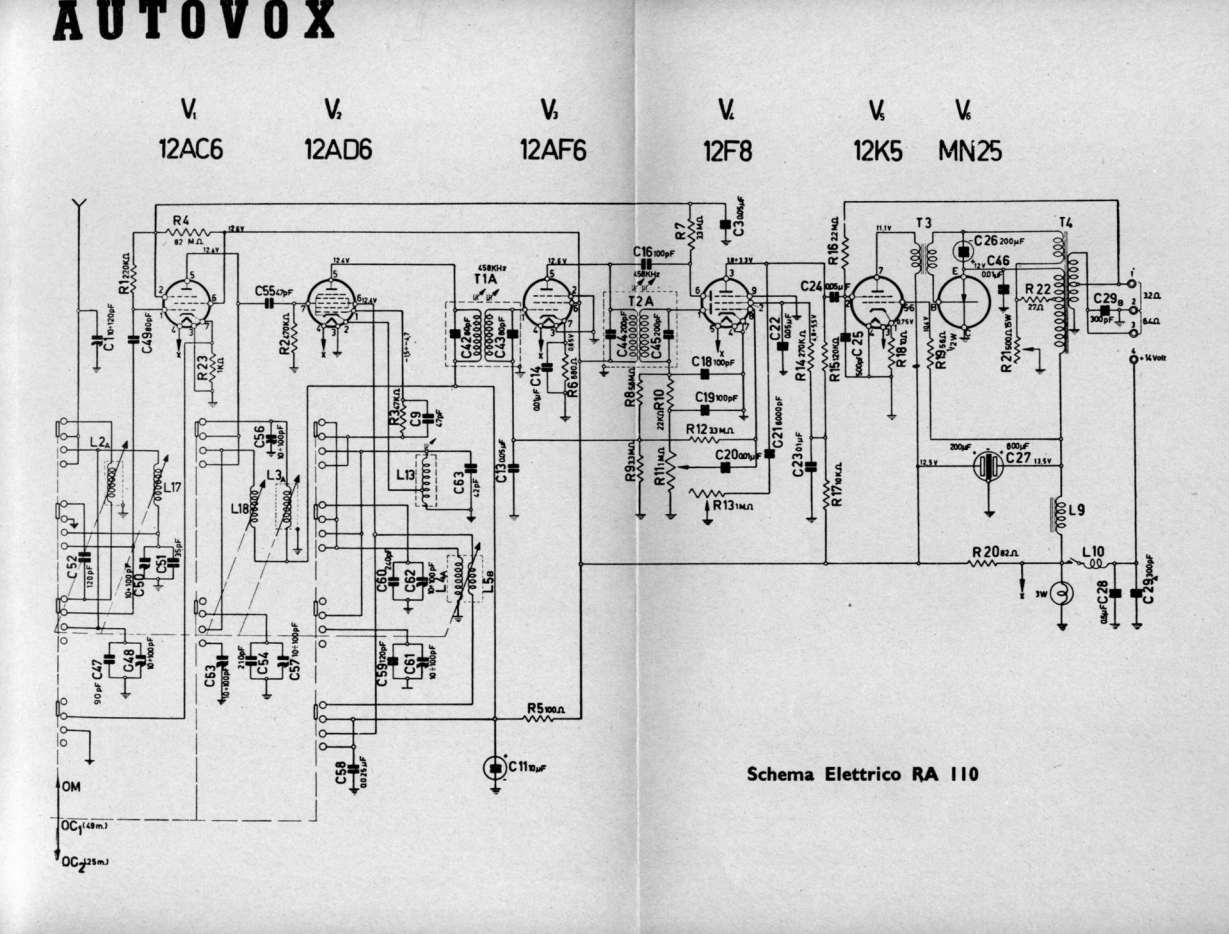
Schema elettrico RA 106

AUTOVOX



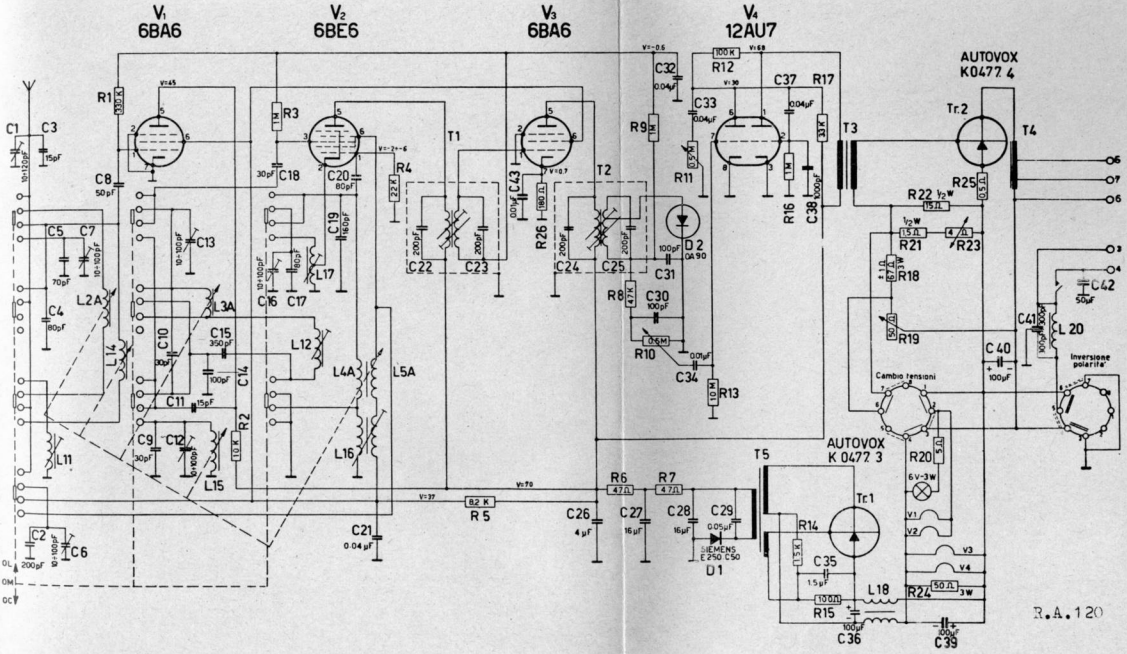
Schema Elettrico RA 109

AUTOVOX



Schema Elettrico RA 110

AUTOVOX



1) Salvo altra indicazione le resistenze hanno la tolleranza del ±10 % e dissipano 1/4 W a 70°C.

2) Le tensioni C.C. ±10 % sono state misurate verso massa con volmetro 11 Mohm di resistenza interna, senza segnale, commutatore di gamma su OM.

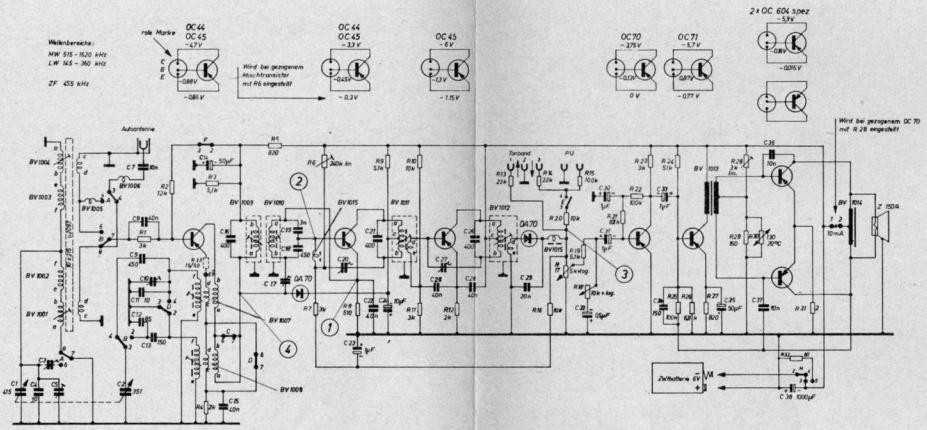
Negativo a massa

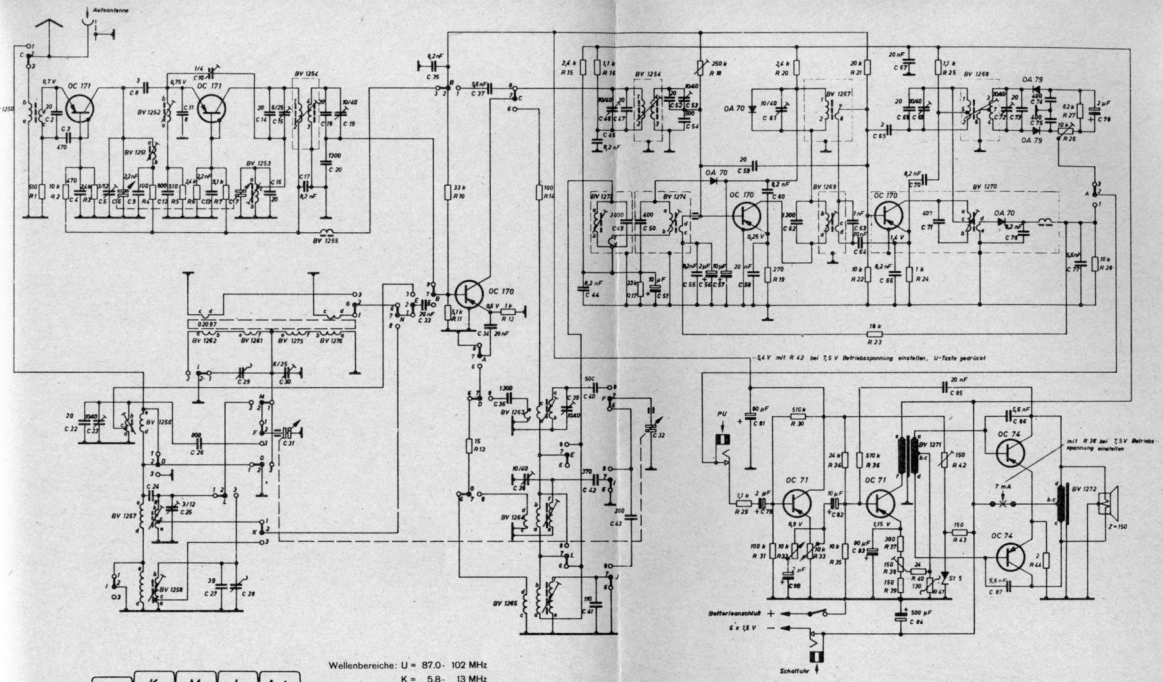
Positivo a massa

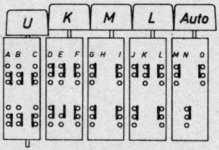
Alimentazione a 6 V

Alimentazione a 12 V

BRAUN


Wellenbereiche:
MW 515 – 1620 kHz
LW 145 – 360 kHz
ZF 455 kHz
rote Marke
OC 44
OC 45
Wird bei gezogenem Mischtransistor mit R6 eingestellt
OC 45
OC 70
OC 71
2 x OC 604 spez
Wird bei gezogenem OC 70 mit R 28 eingestellt
Autoantenne
Tonband
PU
Zweibatterie 6V
Abgleich
MW Osz. BV 1007 550 kHz C 10 1550 kHz
LW Osz. BV 1008 205 kHz
MW Vorkr. BV 1001 550 kHz C 5 1550 kHz
LW Vorkr. BV 1004 205 kHz
Spannungen bei 6 Volt, Bereich Mittel ca 1 MHz ohne Signal mit Röhrenvoltmeter gemessen
Sämtliche Widerstände ½ Watt
+ Pol der Batterie an Masse
BRAUN
Transistor 2





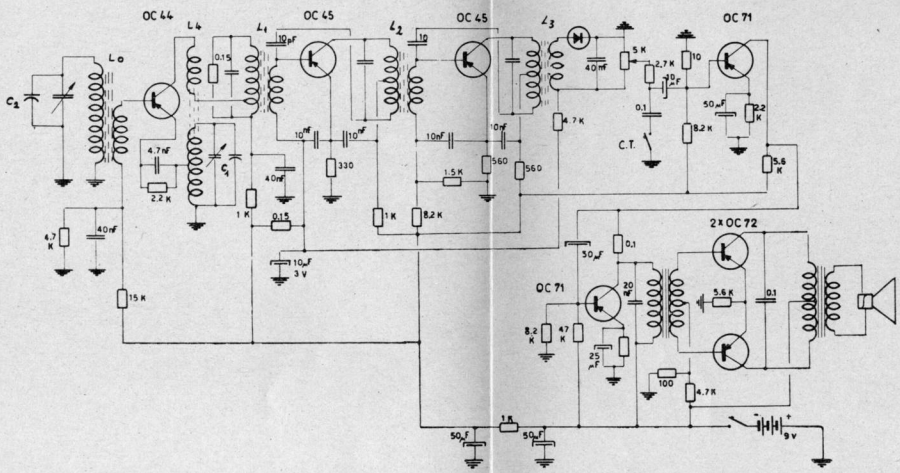
Wellenbereiche: U = 87.0 - 102 MHz
K = 5.8 - 13 MHz
M = 515 - 1620 kHz
L = 145 - 350 kHz
ZF = 455 kHz / 10.7 MHz

Spannungen bei 7.5 V Bereich UKW ohne Signal mit Röhrenvoltmeter gemessen.
Alle Widerstände 1/2 Watt

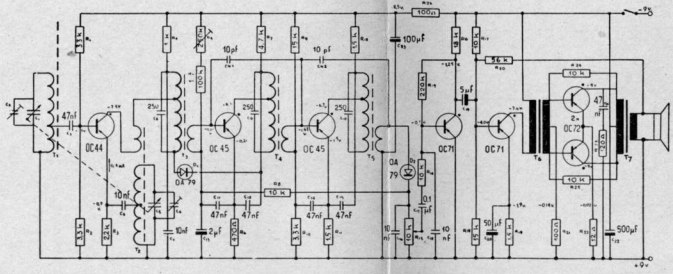
BRAUN

Schaltplan T 22

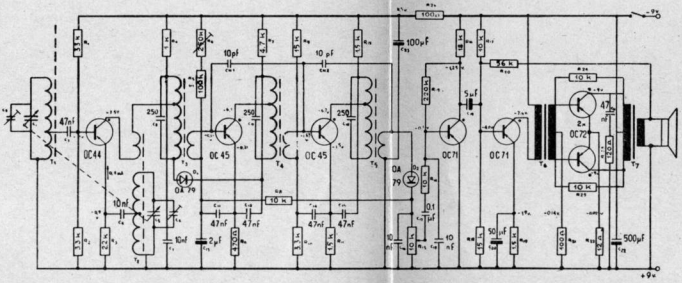
PD. 62 **N.R.C. 24**



DARIO PRANDONI


OC44
OC45
OC45
OC71
OC71
OC72
OA 79
OA 79
EUROPHON

SB 60


OC44
OC45
OC45
OC71
OC71
OC72
OA 79
OA 79
EUROPHON

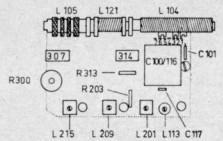
SB 61

Sämtliche Spannungen sind gegen Masse mit einem Instrument von 50000 Ω/V im 10V bzw. im 1V Meßbereich gemessen.

OC 169 OC 169 OC 169 OA70 OC75 2x OC72

Abgleichanweisung

ZF	= 460 KHz	L201 L209 L215	
MW	= 515 KHz	L113	Drehes am
	1620 KHz	C117	Anschlag
	600 KHz	L104	Trimmpunkte
	1450 KHz	C101	auf der Skala
LW	= 200 KHz	L105	Signal suchen



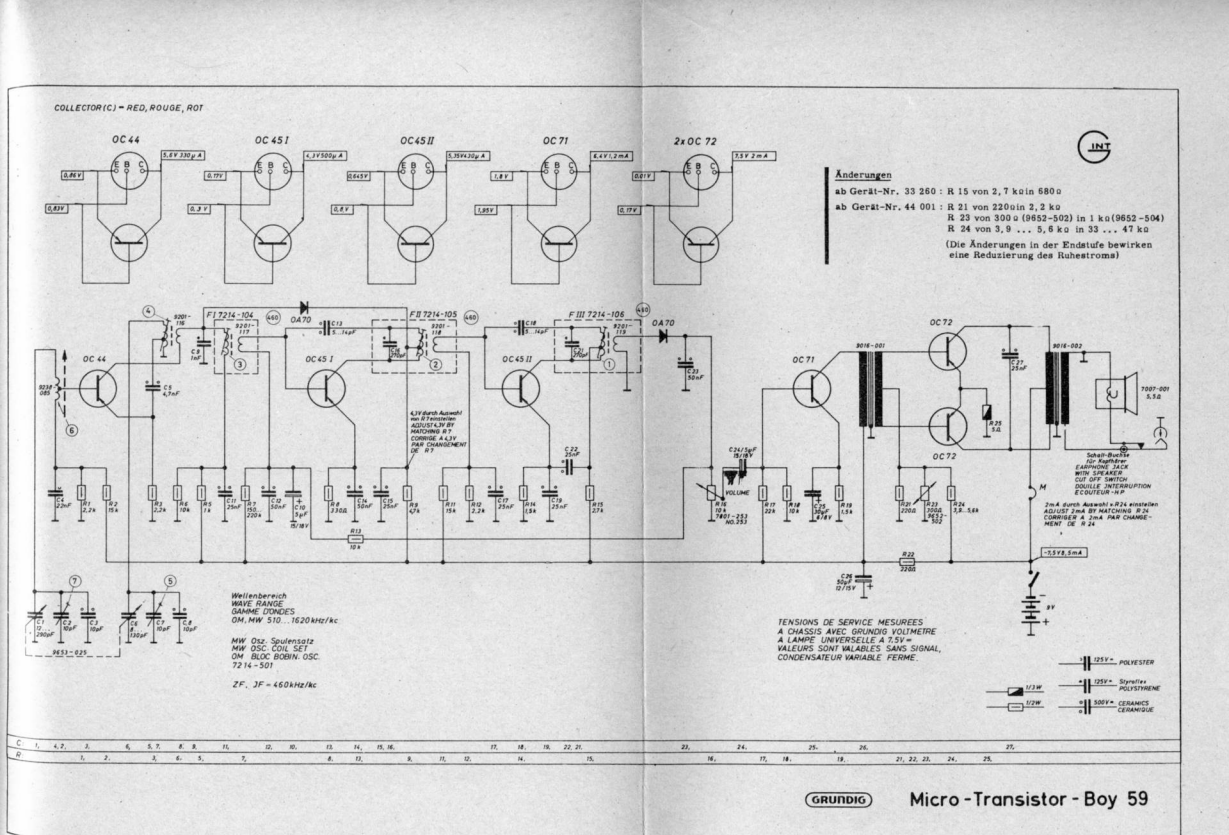
2x OC 72
OC 169 OC 75

Schaltbild
Transistor-Taschengerät 830
„ S u s i "

Graetz K.G. Altena

ab Gerät 410611

COLLECTOR (C) = RED, ROUGE, ROT



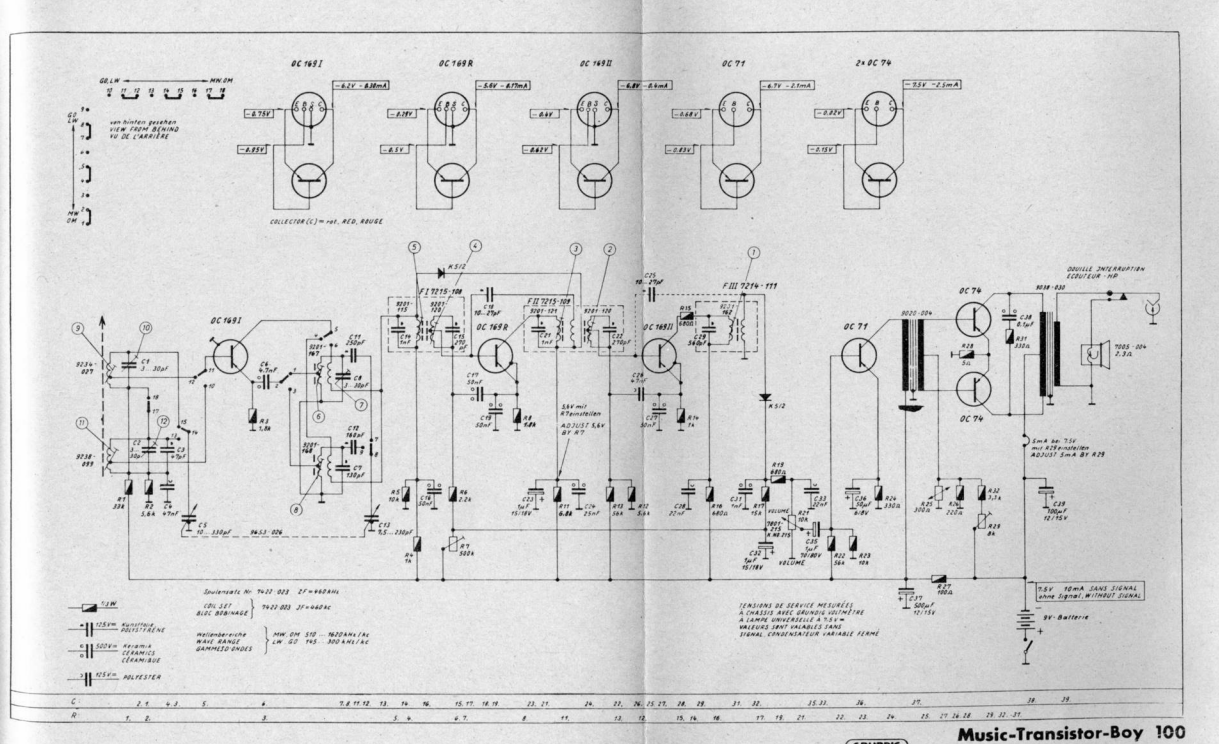
Änderungen

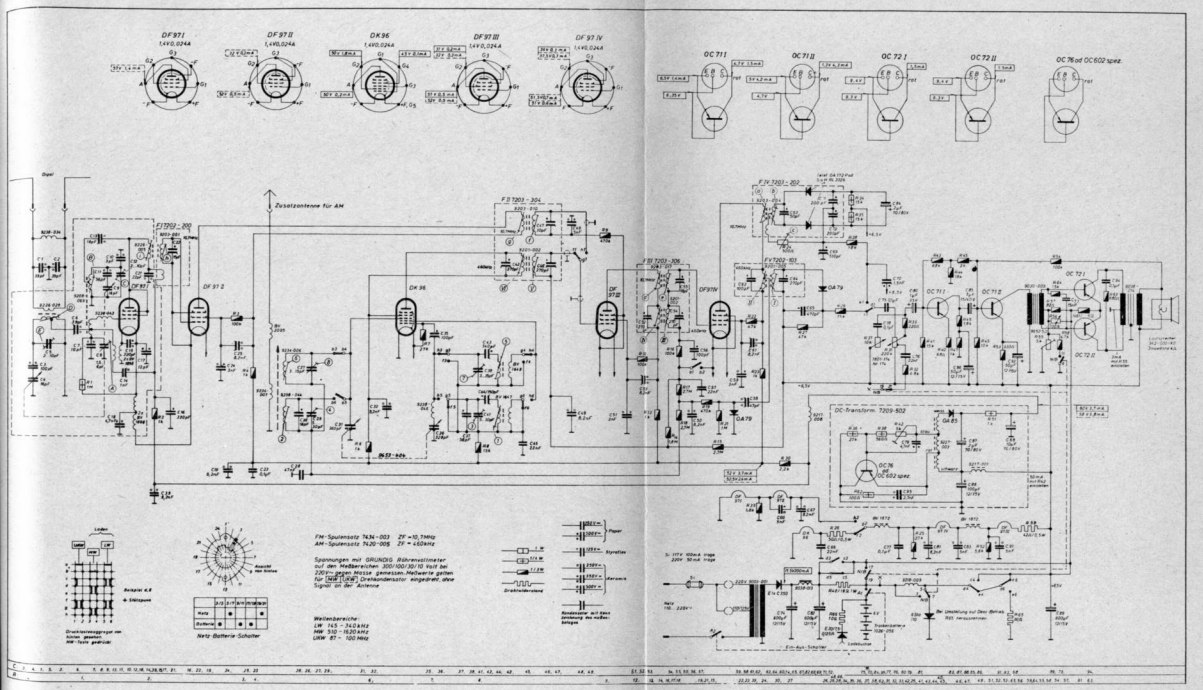
ab Gerät-Nr. 33 260 : R 15 von 2,7 kΩ in 680 Ω

ab Gerät-Nr. 44 001 : R 21 von 220 Ω in 2,2 kΩ
R 23 von 300 Ω (9652-502) in 1 kΩ (9652-504)
R 24 von 3,9 ... 5,6 kΩ in 33 ... 47 kΩ

(Die Änderungen in der Endstufe bewirken eine Reduzierung des Ruhestroms)

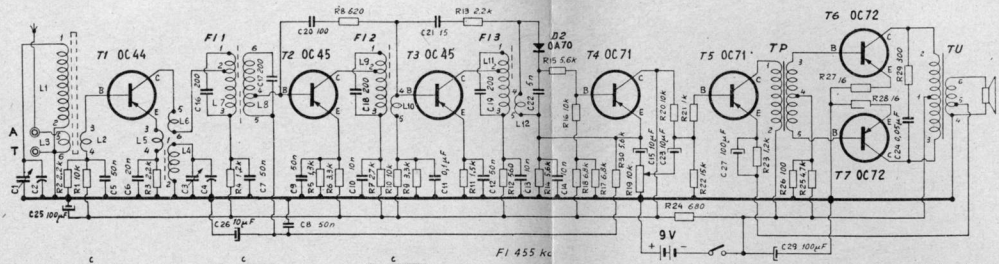
GRUNDIG **Micro-Transistor-Boy 59**

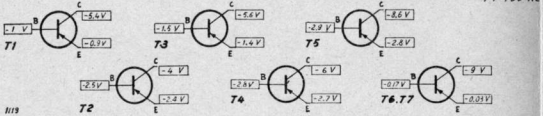

OC 169 I
OC 169 R
OC 169 II
OC 71
2x OC 74
GB LW → MK OM
von hinten gesehen
VIEW FROM BEHIND
VU DE L'ARRIÈRE
COLLECTOR (C) = rot, ROUGE
OC 169 I
OC 169 R
OC 169 II
OC 71
OC 74
OC 74
DOUILLE INTERRUPTEUR ÉCOUTEUR - HP
9238-099
9238-029
9281-122
9281-121
9281-123
9281-124
9281-125
9281-126
9281-127
9281-128
9281-129
9281-130
9281-131
9281-132
9281-133
9281-134
9281-135
9281-136
9281-137
9281-138
9281-139
9281-140
9281-141
9281-142
9281-143
9281-144
9281-145
9281-146
9281-147
9281-148
9281-149
9281-150
9281-151
9281-152
9281-153
9281-154
9281-155
9281-156
9281-157
9281-158
9281-159
9281-160
9281-161
9281-162



GRUNDIG

Teddy-Transistor-Boy 59





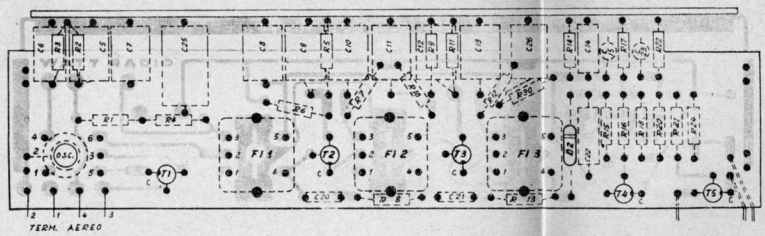
F11	F12	F13
1-2 2,5 Ω	1-2 5 Ω	1-2 6,5 Ω
2-3 6 Ω	2-3 3,5 Ω	2-3 2 Ω
4-5 0,4 Ω	4-5 0,4 Ω	4-5 1,2 Ω
4-6 8 Ω		

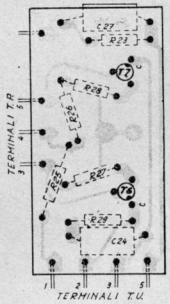
AEREO	OSC.
1-2 12 Ω	1-2 2,8 Ω
3-4 0,1 Ω	3-4 0,06 Ω
5-6 17 Ω	5-6 0,12 Ω

tensioni misurate con voltmetro a 20000 Ω/V per batterie a piena efficenza

valori resistivi in Ω, capacitivi in pF, salvo indicazioni specifiche

corrente a segnale zero 15 mA
per 0,2 W d' uscita 65 mA

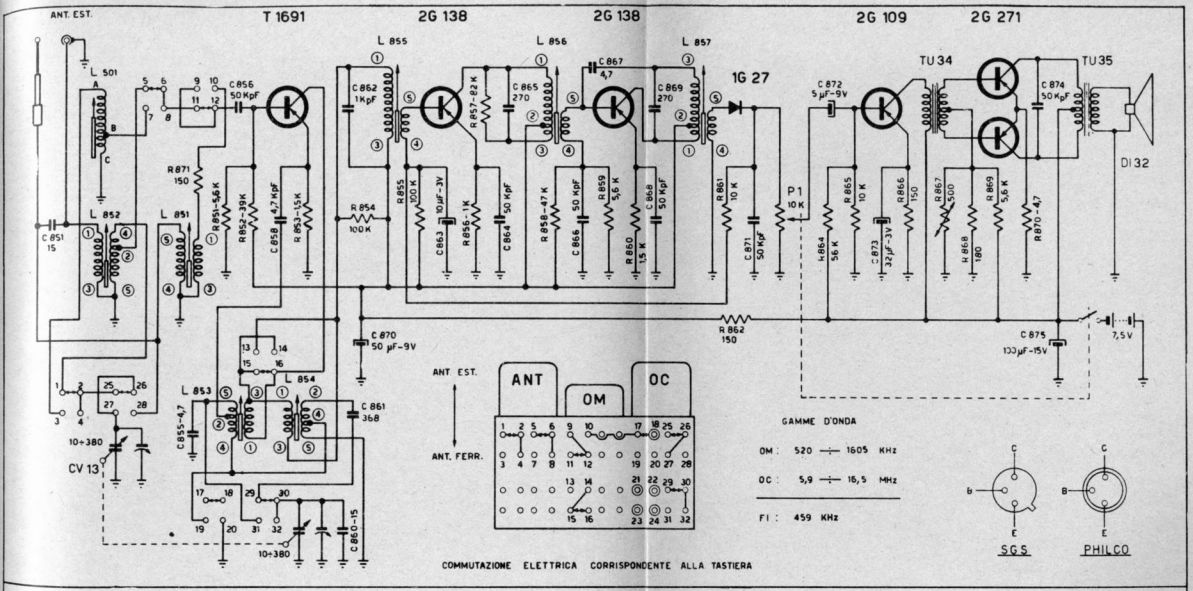


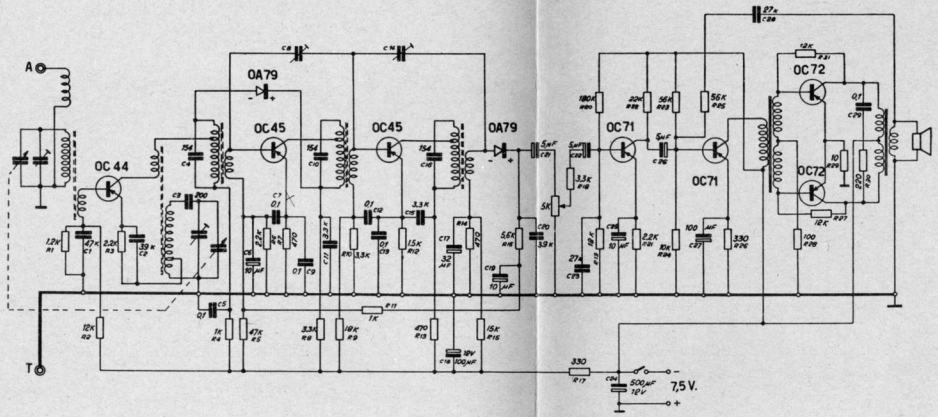


ITAL RADIO

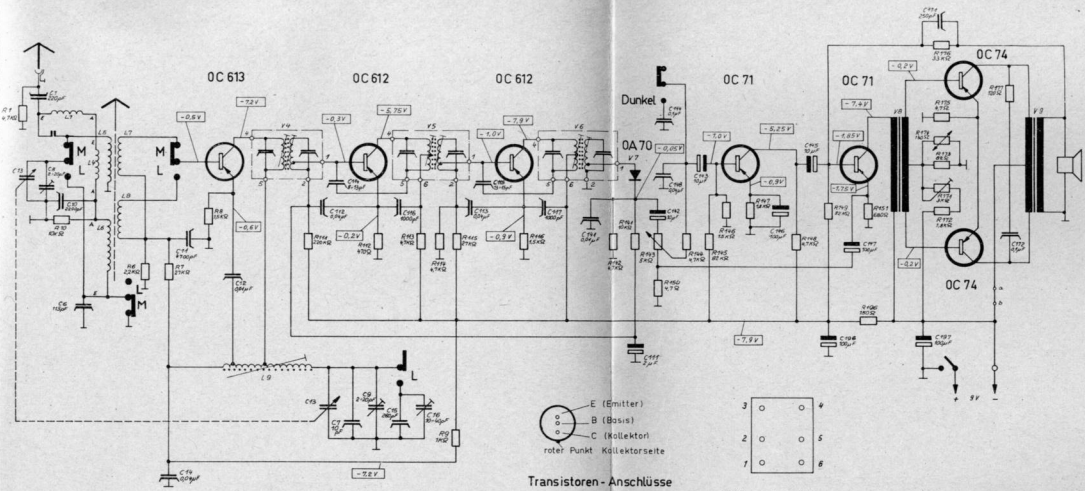
Eterphon mod. « Olympic »

RADIORICEVITORE A TRANSISTOR KENNEDY KE 4041





N.°	Denominazione					Ediz.	Materiale	Mis. gr.	Peso lordo	Disegn. N.
Emiss.	Data	Modif.	Nome	Disegn.	Contr.	MINERVA RADIO		Soc. An. Ind. Luigi Cocci Dell'Aquila MILANO		
1	26-8-52	—	—							
				Scala		SCHEMA ELETTRICO RICEV. 577/1				



	Mischstufe und Spulensatz																				ZF - Stufe													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
C	2000pF KT 1251-					750pF KT 1251-	15pF KT 1251-	2-30pF KT 1250	2-30pF KT 1250	2200pF KT 1251	4700pF KT 1251	1000pF P-1500V	1000pF P-1500V	0,01µF P-1500V	0,01µF P-1500V	8000pF KT 1251					2µF P-1500V	0,01µF P-1500V	0,01µF P-1500V	0,01µF P-1500V	1-15pF K 1500V	1000pF K 1500V	1000pF K 1500V								
R	47kΩ 0,33W					22kΩ 0,33W	27kΩ 0,33W	68kΩ 0,33W	4kΩ 0,33W	10kΩ 0,33W											220kΩ 0,33W	470Ω 0,33W	4,7kΩ 0,33W	4,7kΩ 0,33W	27kΩ 0,33W	68kΩ 0,33W								
L	188 mag				60 wig	160 mig		8 mig	10 mig	6/14/180 wig											440,2mH 0,34W	440,2mH 0,34W	440,2mH 0,34W	440,2mH 0,34W	440,2mH 0,34W	440,2mH 0,34W								

	NF - Vorstufen																				NF - Gegentaktendstufe										Stromversorgung			
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	196	197	198	199
C	2,0µF P-15V	10µF P-15V	10µF P-15V	0,1µF P-60V	10µF P-15V	100µF P-15V	100µF P-15V	100µF P-15V			250µF KT 251-	0,1µF P-150V											100µF P-15V	100µF P-15V
R	47kΩ 0,33W	47kΩ 0,33W	8,2kΩ 0,33W	47kΩ KOZ 298	47kΩ 0,33W	47kΩ 0,33W	1,8kΩ 0,33W	4,7kΩ 0,33W	4,7Ω 0,33W	680Ω 0,33W	1kΩ KOZ 297	1,8kΩ 0,33W	8kΩ 0,33W	1kΩ KOZ 297	4,7Ω 0,33W	33kΩ 0,33W	120Ω 0,33W					160Ω 0,33W		
L																								

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
V	Ferrit 4x6,5ST				Bandf. 470,8MHz	Bandf. 470,8MHz	Gleichr. 484,5MHz	Z-Trafo 229,0MHz	A-Trafo 522,0MHz	Lautgr. 470,0MHz	Treibgr. 470,0MHz																							

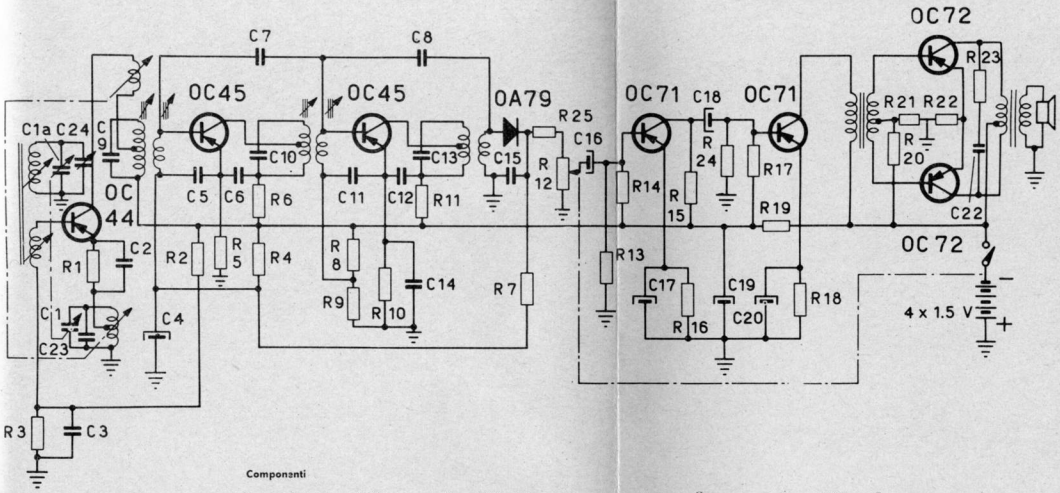
Gemessen mit Instrument 50 KΩ/V im 10 Volt - Bereich ohne Eingangssignal. Meßspannung dabei U_B = 9,2 Volt

NORDMENDE

Transistorkoffer

0/601

184 0.8.12



Componenti

C_1	condensatore variabile		C_{12}	47000	pF	R_1	3300	Ω	R_{13}	3300	Ω
C_{1a}	condensatore variabile		C_{13}	91	pF	R_2	12000	Ω	R_{14}	22000	Ω
C_2	3300	pF	C_{14}	47000	pF	R_3	3300	Ω	R_{15}	2700	Ω
C_3	47000	pF	C_{15}	4700	pF	R_4	0,18	MΩ	R_{16}	1000	Ω
C_4	25	μF	C_{16}	8	μF	R_5	560	Ω	R_{17}	12000	Ω
C_5	47000	pF	C_{17}	8	μF	R_6	1000	Ω	R_{18}	1000	Ω
C_6	47000	pF	C_{18}	8	μF	R_7	15000	Ω	R_{19}	220	Ω
C_7	56	pF	C_{19}	80	μF	R_8	15000	Ω	R_{20}	3600	Ω
C_8	18	pF	C_{20}	8	μF	R_9	4700	Ω	R_{21}	100	Ω
C_9	91	pF	C_{22}	47000	pF	R_{10}	1000	Ω	R_{22}	10	Ω
C_{10}	91	pF	C_{23}	trimmer		R_{11}	1000	Ω	R_{23}	270	Ω
C_{11}	47000	pF	C_{24}	trimmer		R_{12}	20000	Ω	R_{24}	3300	Ω
									R_{25}	680	Ω

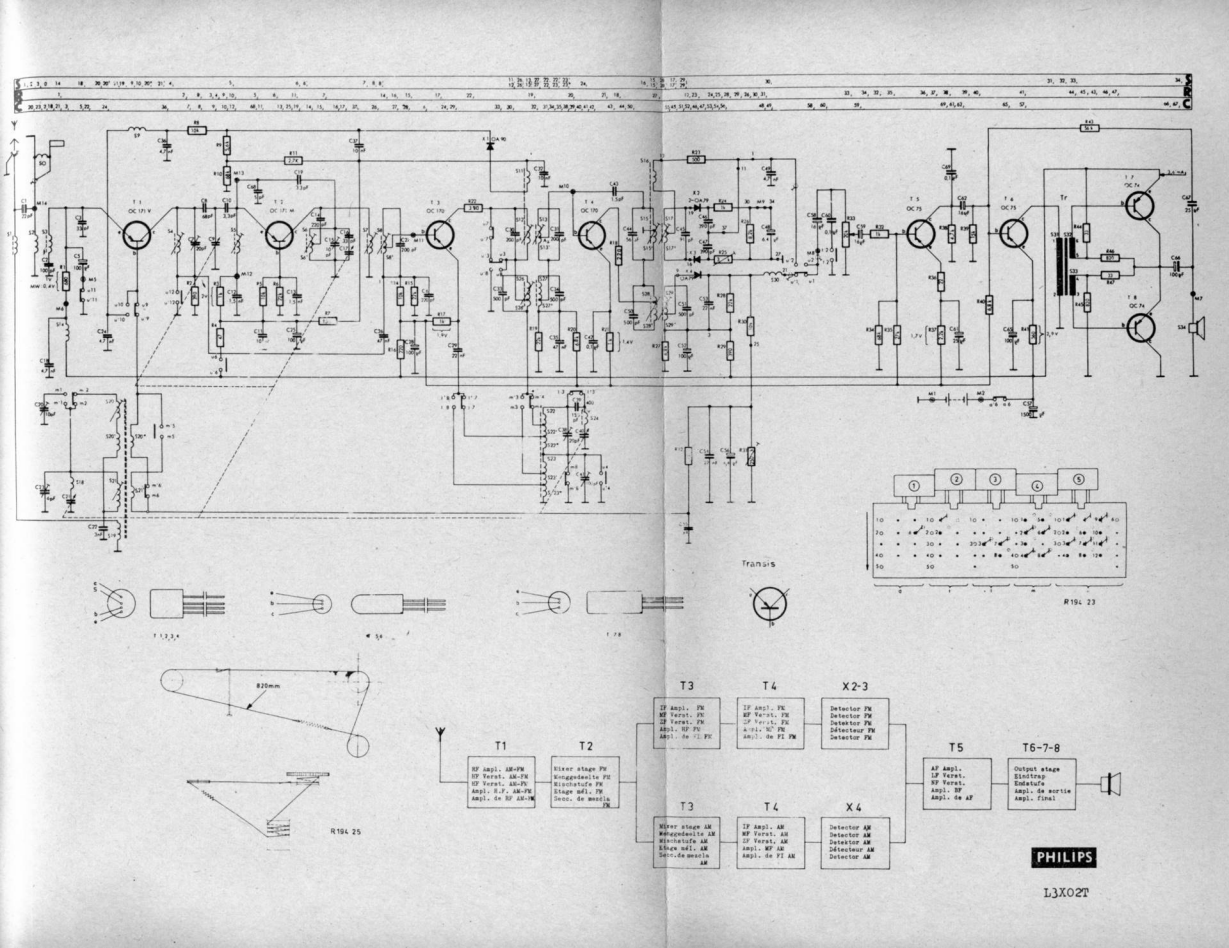
PHILIPS

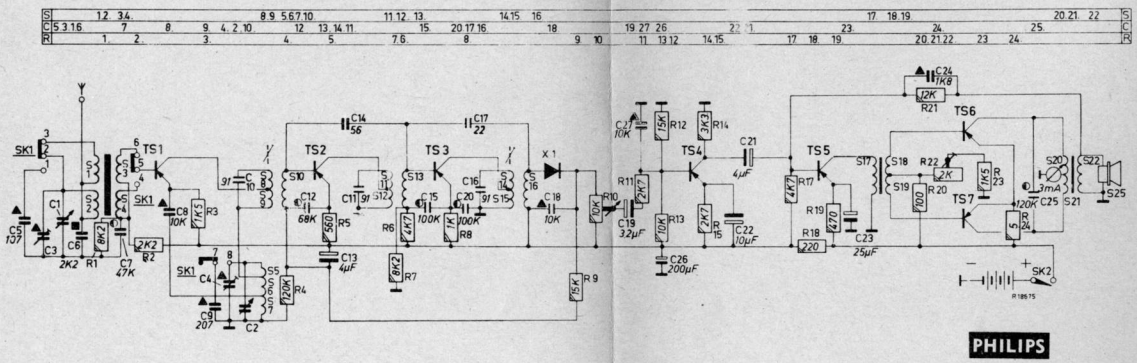
Ricevitore portatile a 7 transistor

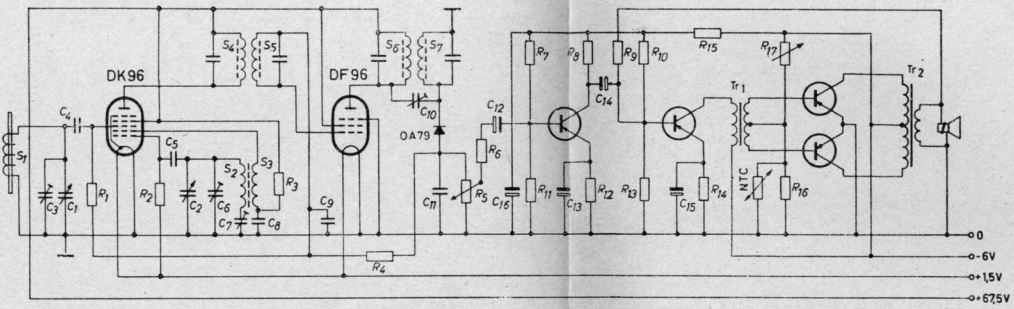
per onde medie

| | | |

| | | |


Transis
R194 23
R194 25
820mm
T1
RF Ampl. AM-FM
IF Verst. AM-FM
RF Verst. AM-FM
Ampl. B.F. AM-FM
Ampl. de RF AM-FM
T2
Mixer stage FM
Koppgedeelte FM
Mischstufe FM
Stage mél. FM
Secc. de mezcla FM
T3
IF Ampl. FM
RF Verst. FM
IF Verst. FM
Ampl. RF FM
Ampl. de FI FM
T4
IF Ampl. FM
RF Verst. FM
IF Verst. FM
Ampl. RF FM
Ampl. de FI FM
X2-3
Detector FM
Detector FM
Detector FM
Détecteur FM
Detector FM
T3
Mixer stage AM
Koppgedeelte AM
Mischstufe AM
Stage mél. AM
Secc. de mezcla AM
T4
IF Ampl. AM
RF Verst. AM
IF Verst. AM
Ampl. RF AM
Ampl. de FI AM
X4
Detector AM
Detector AM
Detector AM
Détecteur AM
Detector AM
T5
AF Ampl.
LF Verst.
NF Verst.
Ampl. BF
Ampl. de AF
T6-7-8
Output stage
Eindtrafo
Endstufe
Ampl. de sortie
Ampl. final
PHILIPS
L3X02T


TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
TS6
TS7
SK1
SK2
X1
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
C16
C17
C18
C19
C20
C21
C22
C23
C24
C25
C26
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
R24
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13
S14
S15
S16
S17
S18
S19
S20
S21
S22
S25
3mA
R 18675
PHILIPS
L3X90T



PHILIPS

Radioricevitore a valvole e a transistor

Valore dei componenti

R_1	= 1 MΩ	Resistenza NTC			
R_2	= 27 kΩ	(a 25 °C 130 Ω b = 4 500 °K)			
R_3	= 18 kΩ	C_1, C_2	= 2 x 500	pF	
R_4	= 2,2 MΩ	C_3, C_6	= 6 – 30	pF	
R_5	= 50 kΩ	C_7	= 200 – 500	pF	
R_6	= 8,2 kΩ	C_4	= 120	pF	
R_7	= 82 kΩ	C_5	= 47	pF	
R_8	= 5,6 kΩ	C_8	= 47	nF	
R_9	= 100 kΩ	C_9	= 0,1	µF	
R_{10}	= 39 kΩ	C_{10}	= 1.5	pF	
R_{11}	= 15 kΩ	C_{11}	= 1	nF	
R_{12}	= 1,8 kΩ	C_{12}	= 10	µF,	3 V
R_{13}	= 18 kΩ	C_{13}	= 32	µF,	3 V
R_{14}	= 470 Ω	C_{14}	= 32	µF,	3 V
R_{15}	= 150 Ω	C_{15}	= 100	µF,	3 V
R_{16}	= 82 Ω	C_{16}	= 100	µF,	12.5 V
R_{17}	= 3 kΩ				

Transistor stadio preamplificatore OC 71 (OC 7)
Transistor stadio pilota OC 71 (OC 7)
Transistor stadio finale 2 OC 72

Trasformatore T_{F1}

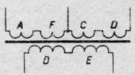
Primario

A: 2100 spire 0.09 Ø Cu smaltato.
L_1 = 9.4 H (a 100 Hz)
Resistenza ohmica = 300 Ω

Secondario

B, C: ciascuno 600 spire (bifilare) 0.18 Ø Cu smaltato
Resistenza ohmica = 28 Ω (ciascun avvolgimento)

Dimensioni del nucleo: 31 x 25 x 8 mm



Trasformatore T_{F2}

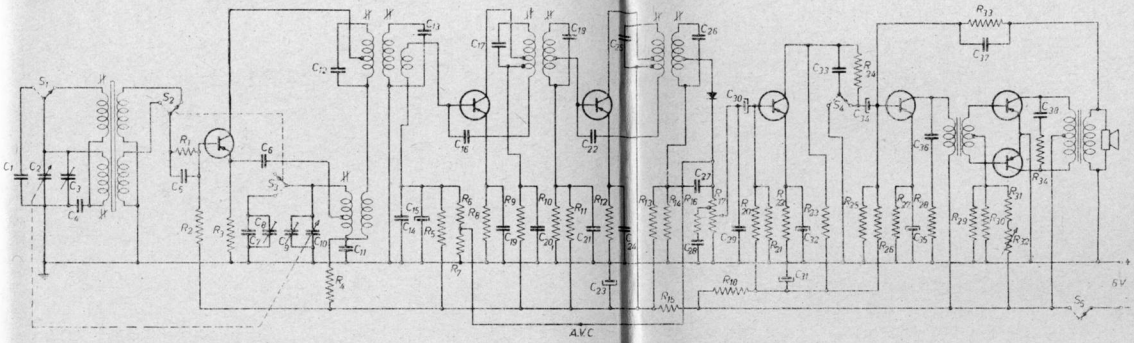
Primario

A, F, C, D: ciascuno 204 spire 0.28 Ø Cu smaltato
L_1 = 0.8 H (a 100 Hz)
Resistenza ohmica A + F ≃ C + D = 8.7 Ω

Secondario

B, E: ciascuno 62 spire 0.50 Ø Cu smaltato
Resistenza ohmica B + E = 0.83 Ω

Dimensioni del nucleo: 40 x 32 x 10.5 mm



PHILIPS

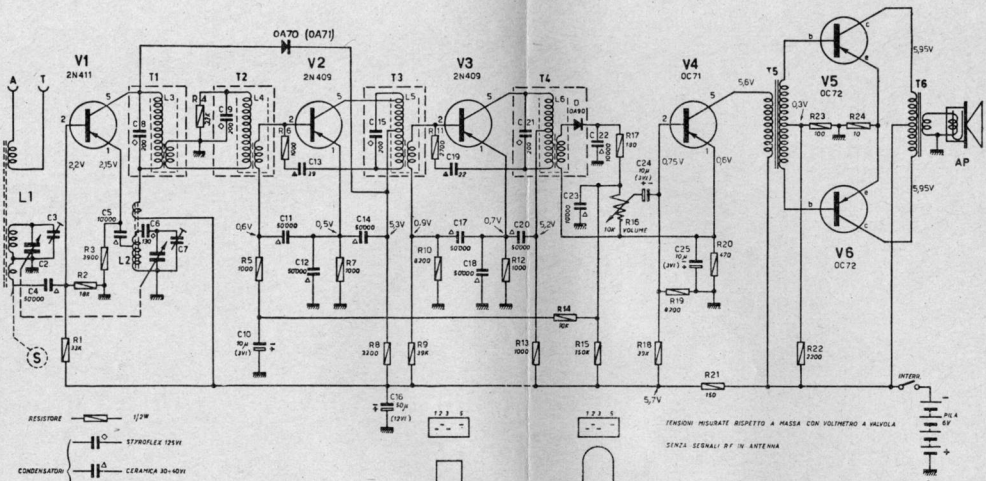
Radioricevitore a 7 transistor

Componenti

R_1	=	2.2 kΩ	R_{15}	=	220 Ω	R_{29}	=	130 Ω, NTC	C_9	=	60 pF	C_{23}	=	100 μF	C_{32}	=	330 pF
R_2	=	8.2 kΩ	R_{16}	=	1.5 kΩ	R_{30}	=	82 Ω	C_{10}	=	condensatore variabile	C_{24}	=	0.1 μF	C_{33}	=	0.1 μF
R_3	=	2.2 kΩ	R_{17}	=	16-4 kΩ	R_{31}	=	1 kΩ	C_{11}	=	0.1 μF	C_{25}	=	195 pF			
R_4	=	1 kΩ	R_{18}	=	1 kΩ	R_{32}	=	2.2 kΩ	C_{12}	=	195 pF	C_{26}	=	195 pF			
R_5	=	120 kΩ	R_{19}	=	2.2 kΩ	R_{33}	=	33 kΩ	C_{13}	=	195 pF	C_{27}	=	2350 pF			
R_6	=	10 kΩ	R_{20}	=	82 kΩ	R_{34}	=	330 Ω	C_{14}	=	0.1 μF	C_{28}	=	0.1 μF			
R_7	=	22 kΩ	R_{21}	=	15 kΩ	C_1	=	143 pF	C_{15}	=	32 μF	C_{29}	=	22 kpF			
R_8	=	680 Ω	R_{22}	=	1.8 kΩ	C_2	=	condensatore variabile	C_{16}	=	50 pF	C_{30}	=	3.2 μF			
R_9	=	1 kΩ	R_{23}	=	6.8 kΩ	C_3	=	60 pF	C_{17}	=	195 pF	C_{31}	=	50 μF			
R_{10}	=	3 kΩ	R_{24}	=	4.7 kΩ	C_4	=	3 kpF	C_{18}	=	195 pF	C_{32}	=	100 μF			
R_{11}	=	22 kΩ	R_{25}	=	27 kΩ	C_5	=	47 kpF	C_{19}	=	0.1 μF	C_{33}	=	47 kpF			
R_{12}	=	560 Ω	R_{26}	=	22 kΩ	C_6	=	10 kpF	C_{20}	=	0.1 μF	C_{34}	=	3.2 μF			
R_{13}	=	10 kΩ	R_{27}	=	680 Ω	C_7	=	290 pF	C_{21}	=	0.1 μF	C_{35}	=	100 μF			
R_{14}	=	390 Ω	R_{28}	=	560 Ω	C_8	=	50 pF	C_{22}	=	50 pF	C_{36}	=	1.5 kpF			

Transistor

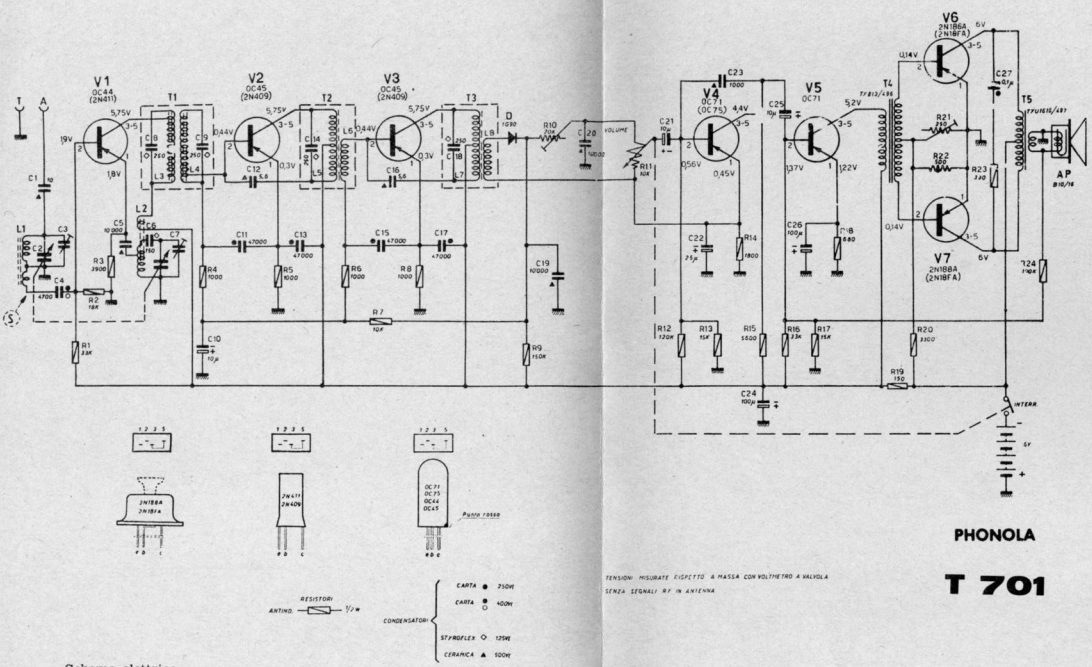
Convertitore autooscillante - OC 44
Stadi amplificatori m.f. - OC 45, OC 45
Rivelatore - OA 79
Preamplificatore - OC 71 (OC 7)
Stadio pilota - OC 71 (OC 7)
Stadio finale - 2 OC 72.



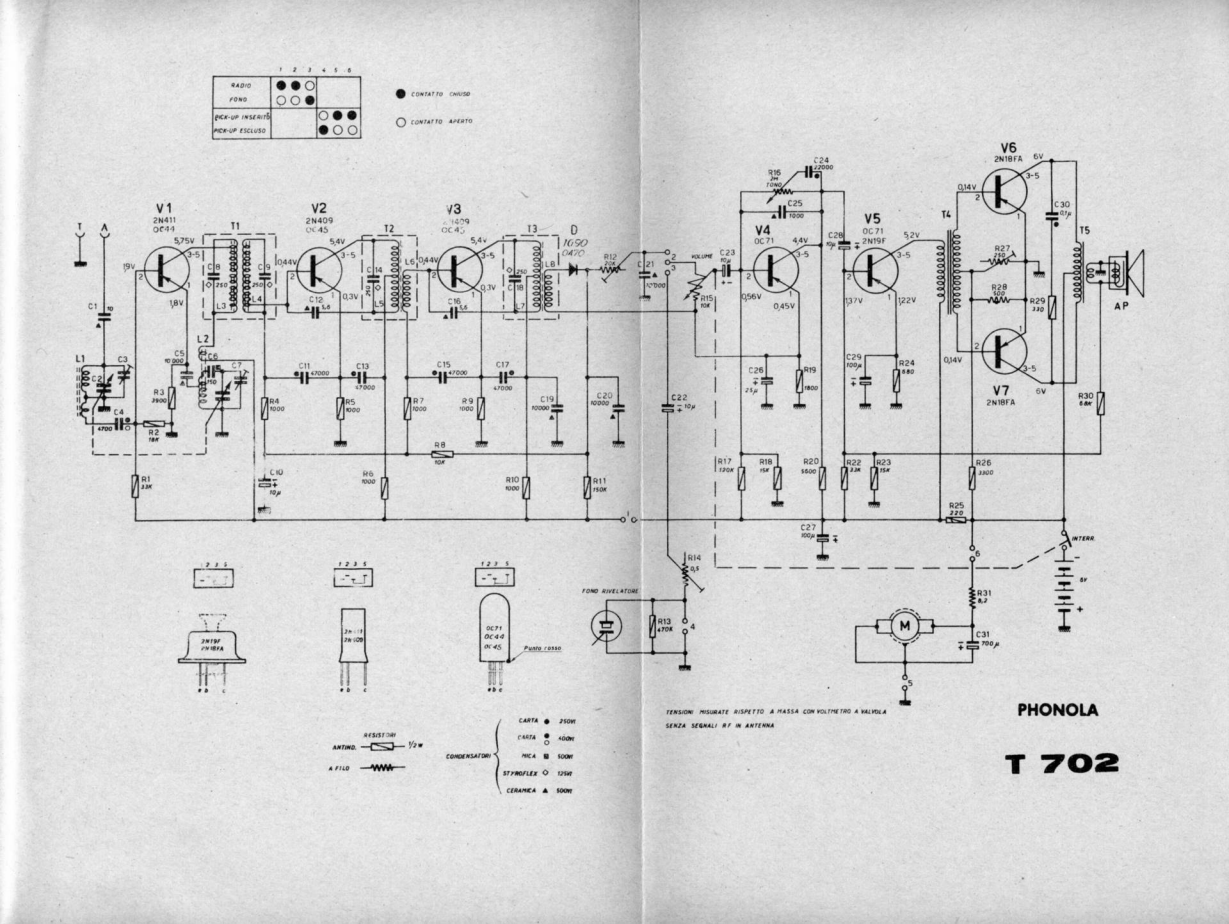
PHONOLA

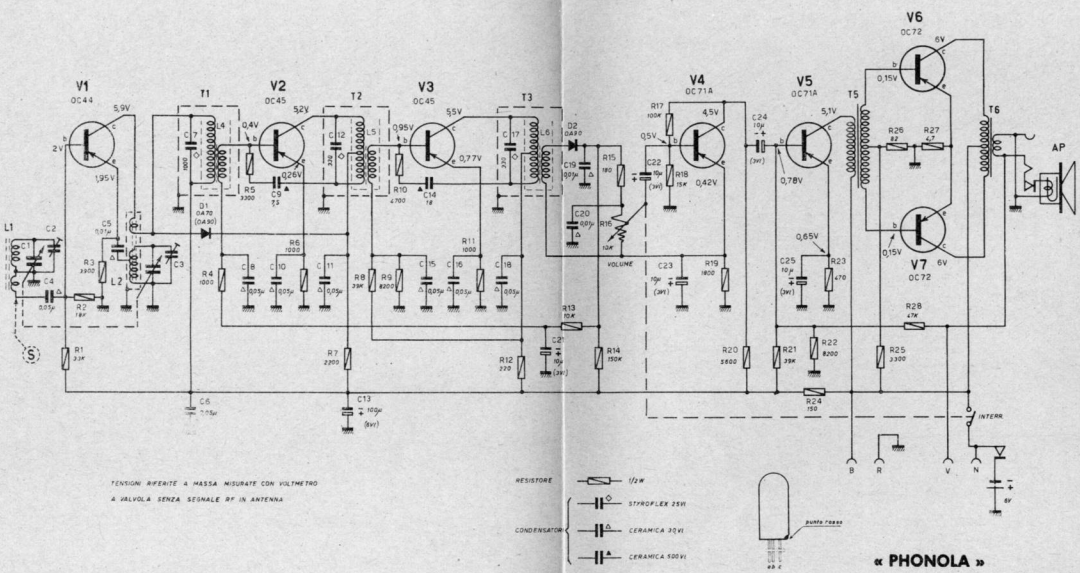
T 605

7. — SCHEMA ELETTRICO



Schema elettrico


RADIO
FONO
PICK-UP INSERITO
PICK-UP ESCLUSO
CONTATTO CHIUSO
CONTATTO APERTO
V1 2N411 OC44
V2 2N409 OC45
V3 2N409 OC45
V4 OC71
V5 OC71 2N19F
V6 2N18FA
V7 2N18FA
T1
T2
T3
T4
T5
D 1G90 OA70
VOLUME
AP
INTERR.
FONO RIVELATORE
M
PHONOLA
T 702
TENSIONI MISURATE RISPETTO A MASSA CON VOLTMETRO A VALVOLA
SENZA SEGNALI BF IN ANTENNA
RESISTORI
ANTIND.
A FILO
CONDENSATORI
CARTA 250VI
CARTA 400VI
MICA 500VI
STYROFLEX 125VI
CERAMICA 500VI
Punto rosso

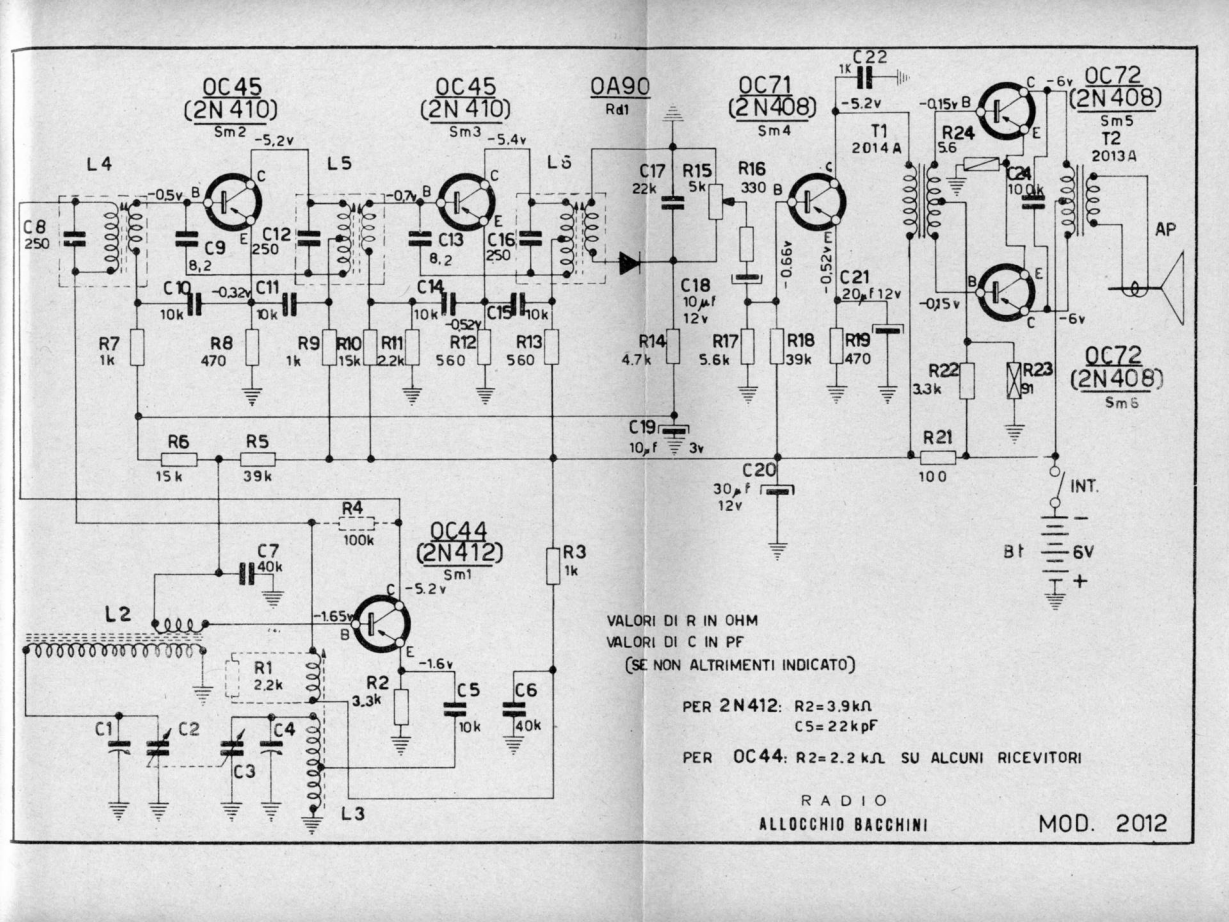


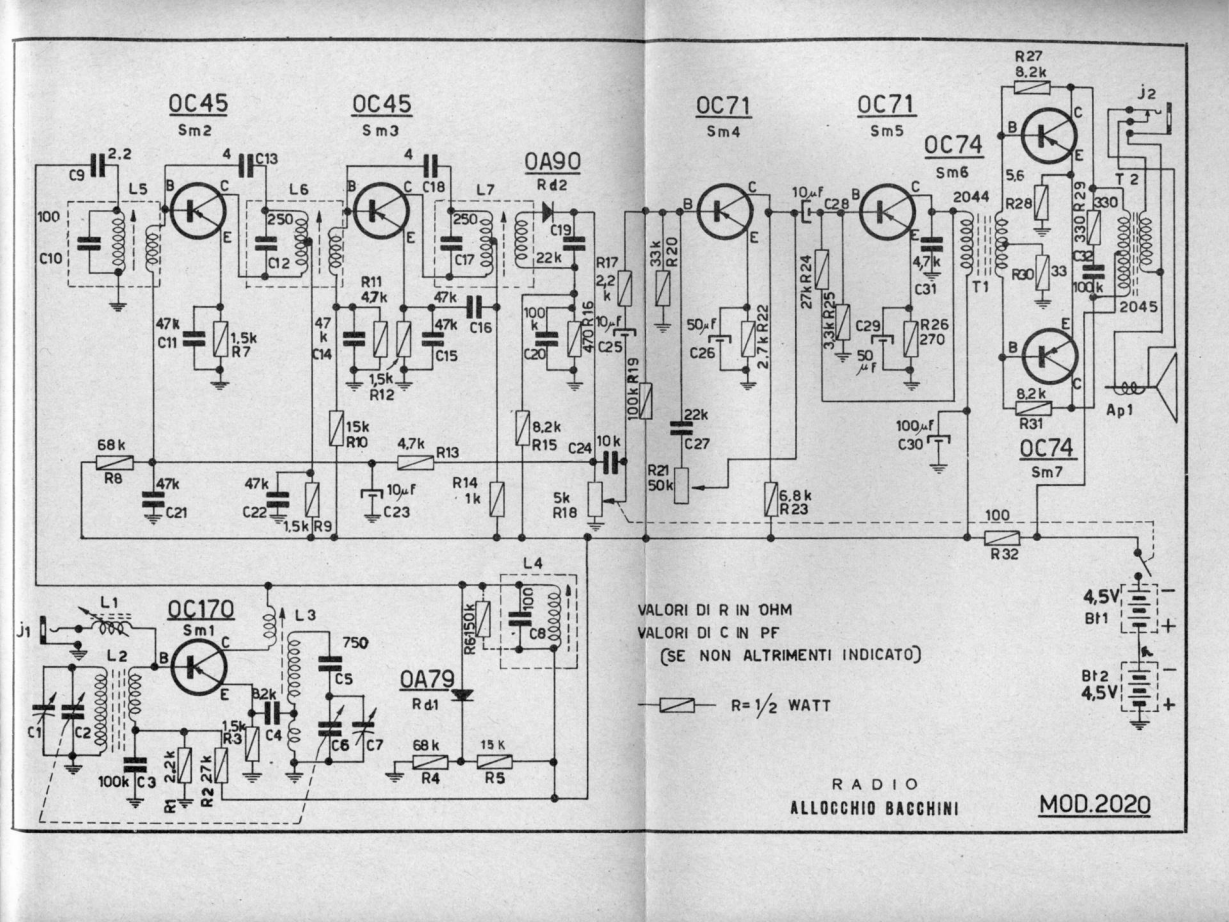
TENSIONI RIFERITE A MASSA MISURATE CON VOLTMETRO A VALVOLA SENZA SEGNALE RF IN ANTENNA

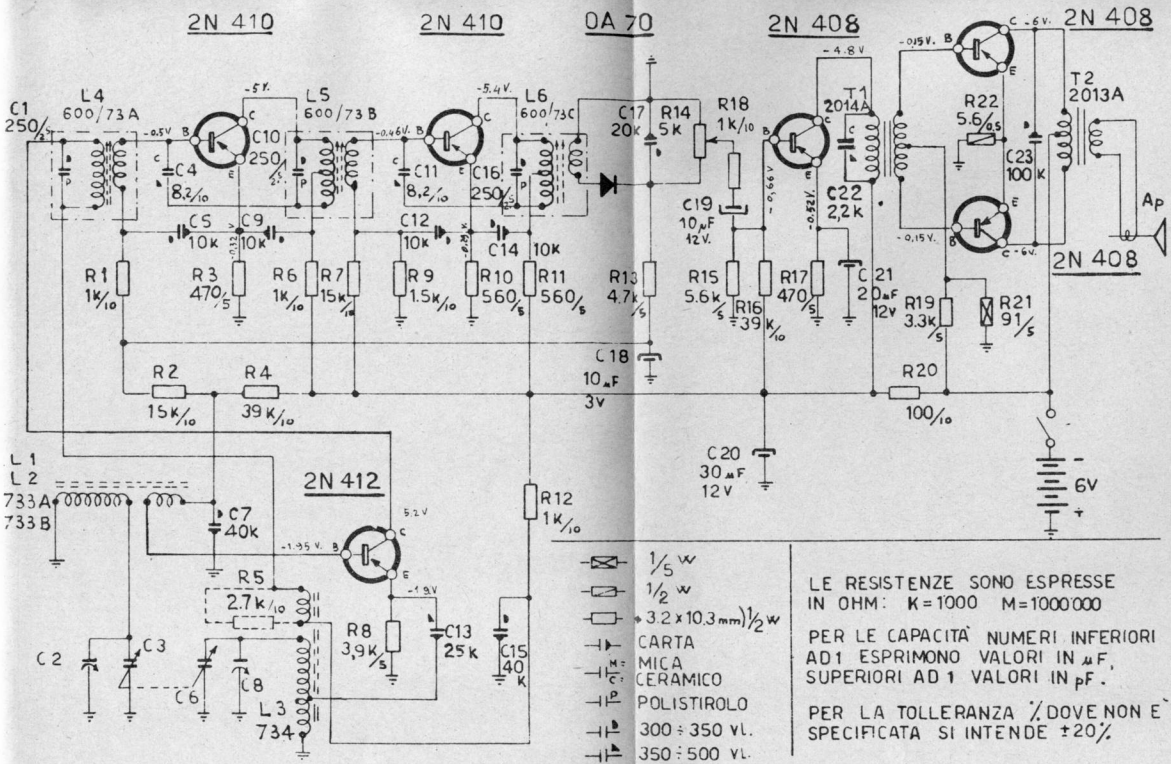
« PHONOLA »

PH. T 707

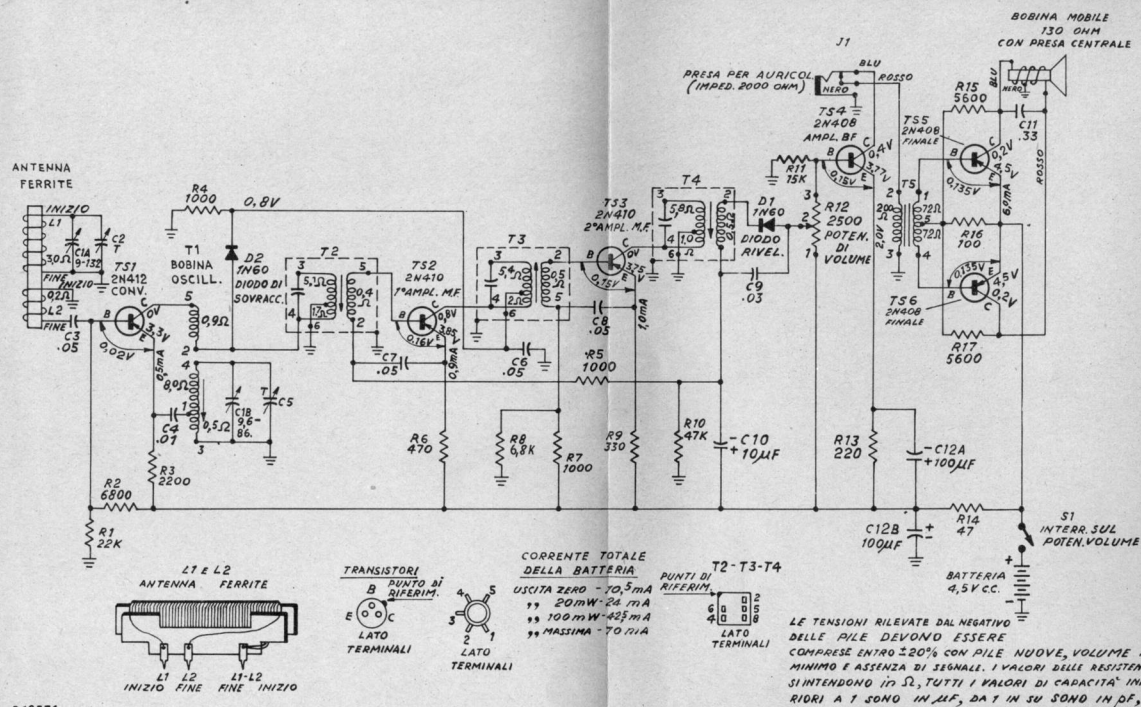
R8775


OC45
(2N410)
Sm2
OC45
(2N410)
Sm3
OA90
Rd1
OC71
(2N408)
Sm4
OC72
(2N408)
Sm5
OC72
(2N408)
Sm6
OC44
(2N412)
Sm1
T1
2014 A
T2
2013 A
L4
L5
L6
L2
L3
C8 250
C9 8,2
C10 10k
C11 10k
C12 250
C13 8,2
C14 10k
C15 10k
C16 250
C17 22k
C18 10μf 12v
C19 10μf 3v
C20 30μf 12v
C21 20μf 12v
C22 1K
C24 10,0k
C1
C2
C3
C4
C5 10k
C6 40k
C7 40k
R1 2,2k
R2 3,3k
R3 1k
R4 100k
R5 39k
R6 15k
R7 1k
R8 470
R9 1k
R10 15k
R11 2,2k
R12 560
R13 560
R14 4,7k
R15 5k
R16 330
R17 5,6k
R18 39k
R19 470
R21 100
R22 3,3k
R23 91
R24 5,6
-5,2v
-0,5v
-0,32v
-0,7v
-5,4v
-0,52v
-0,66v
-0,52v m
-5,2v
-0,15v
-6v
-1,65v
-1,6v
AP
INT.
Bt
6V
VALORI DI R IN OHM
VALORI DI C IN PF
(SE NON ALTRIMENTI INDICATO)
PER 2N412: R2=3.9kΩ
C5=22kpF
PER OC44: R2=2.2kΩ SU ALCUNI RICEVITORI
RADIO
ALLOCCHIO BACCHINI
MOD. 2012


OC45
Sm2
OC45
Sm3
OA90
Rd2
OC71
Sm4
OC71
Sm5
OC74
Sm6
OC74
Sm7
OC170
Sm1
OA79
Rd1
VALORI DI R IN OHM
VALORI DI C IN PF
(SE NON ALTRIMENTI INDICATO)
R= 1/2 WATT
RADIO
ALLOCCHIO BACCHINI
MOD.2020

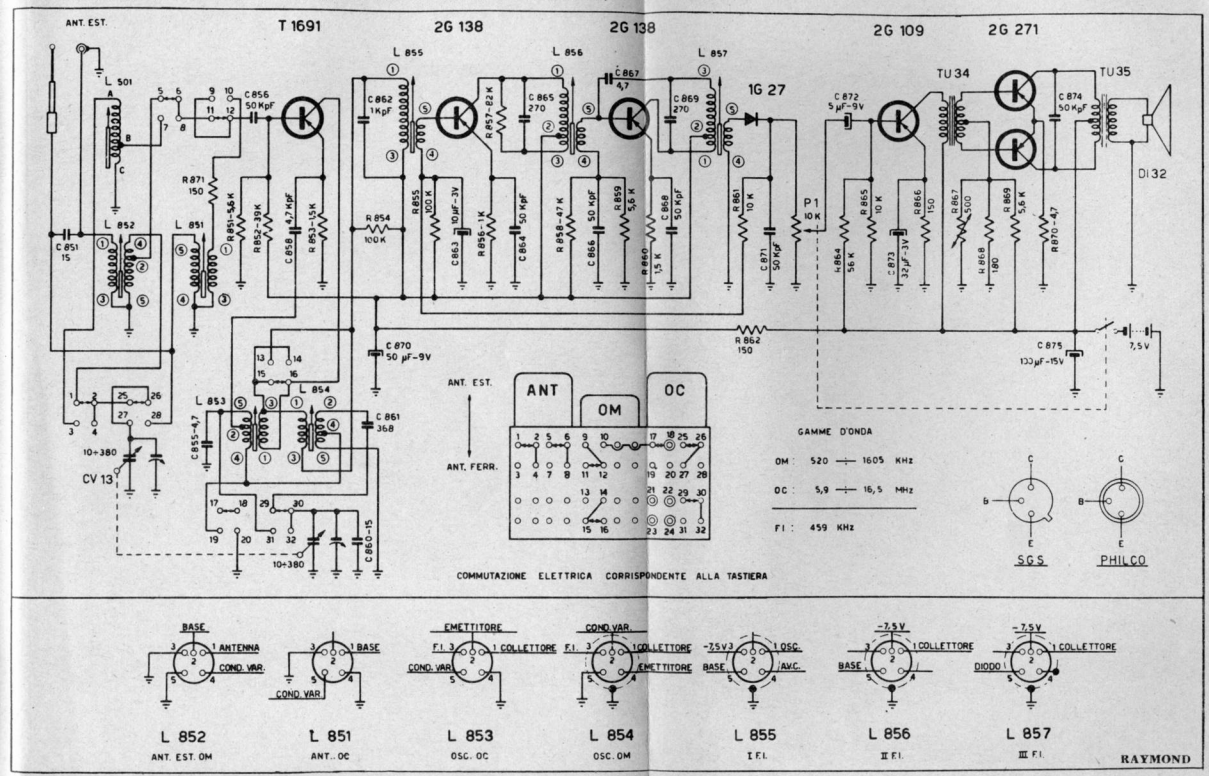


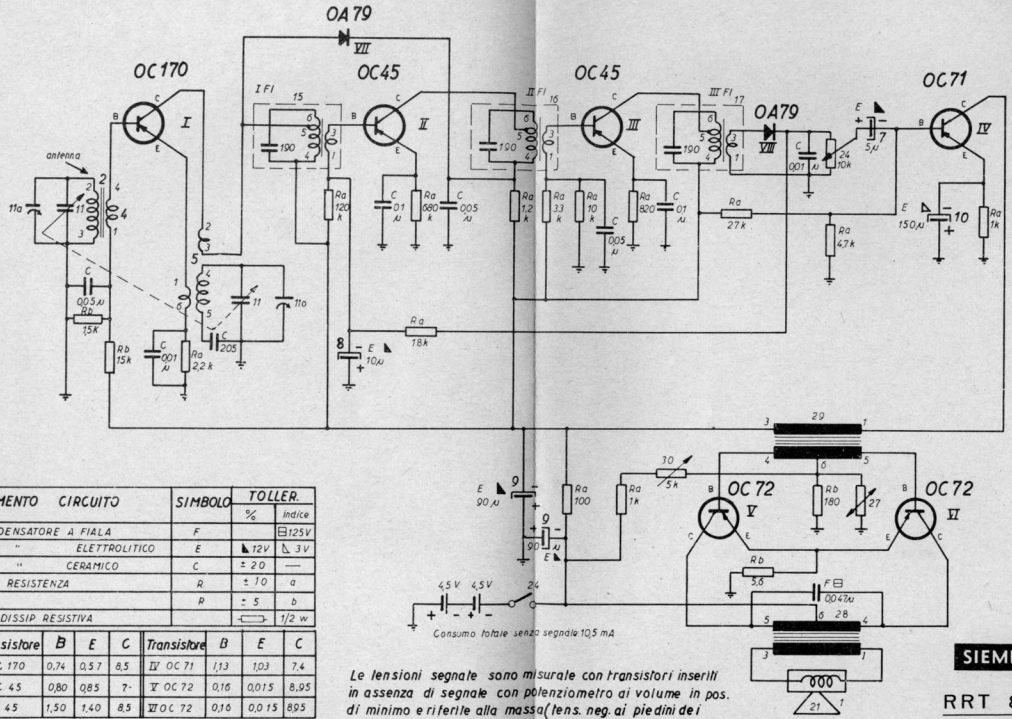
RADIORICEVITORE A 6 TRANSISTORI - Mod. S 2011 della « ALLOCCHIO-BACCHINI ».



LE TENSIONI RILEVATE DAL NEGATIVO DELLE PILE DEVONO ESSERE COMPRESE ENTRO ±20% CON PILE NUOVE, VOLUME AL MINIMO E ASSENZA DI SEGNALE. I VALORI DELLE RESISTENZE SI INTENDONO in Ω, TUTTI I VALORI DI CAPACITA' INFERIORI A 1 SONO IN µF, DA 1 IN SU SONO IN pF, ECCETTO QUELLI DIVERSAMENTE INDICATI. -

RADIORICEVITORE A TRANSISTOR RAYMOND RG 2041





EEMENTO CIRCUITO	SIMBOLO	TOLLER. %	TOLLER. Indice
CONDENSATORE A FIALA	F		125V
" ELETTROLITICO	E	12V	3V
" CERAMICO	C	± 20	—
RESISTENZA	R	± 10	a
	R	± 5	b
DISSIP. RESISTIVA			1/2 w

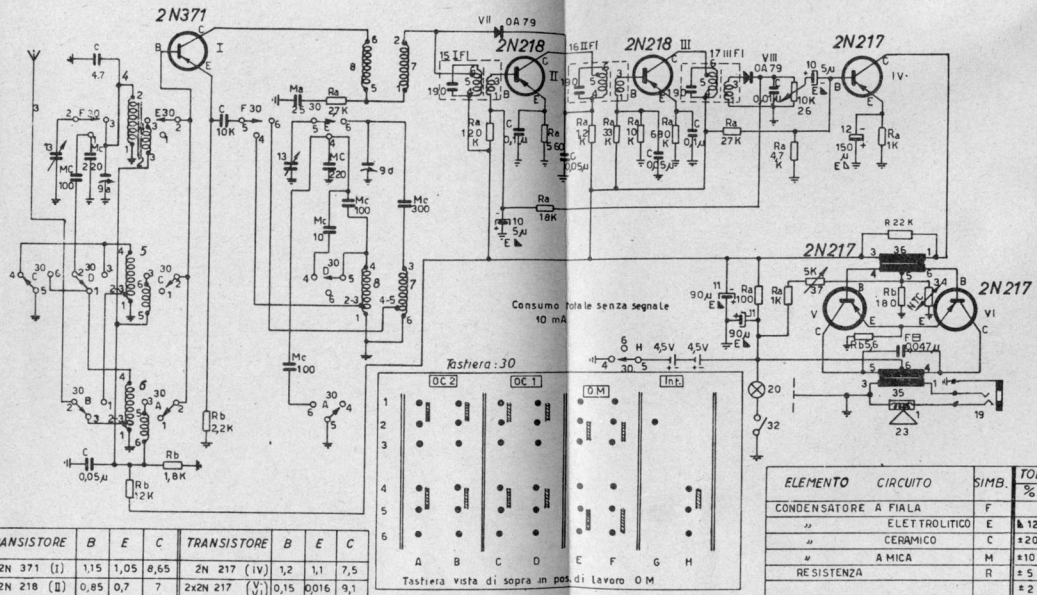
Transistore	B	E	C	Transistore	B	E	C
I OC 170	0,74	0,57	8,5	IV OC 71	1,13	1,03	7,4
II OC 45	0,80	0,85	7-	V OC 72	0,16	0,015	8,95
III OC 45	1,50	1,40	8,5	VI OC 72	0,16	0,015	8,95

LE MISURE SONO STATE ESEGUITE CON MULTIZET 50 K OHM/V SU SCALE 10 V, 3V, 1V, 0,3 V

Le tensioni segnate sono misurate con transistori inseriti in assenza di segnale con potenziometro ai volume in pos. di minimo e riferite alla massa (tens. neg. ai piedini dei transistori)

SIEMENS

RRT 8419



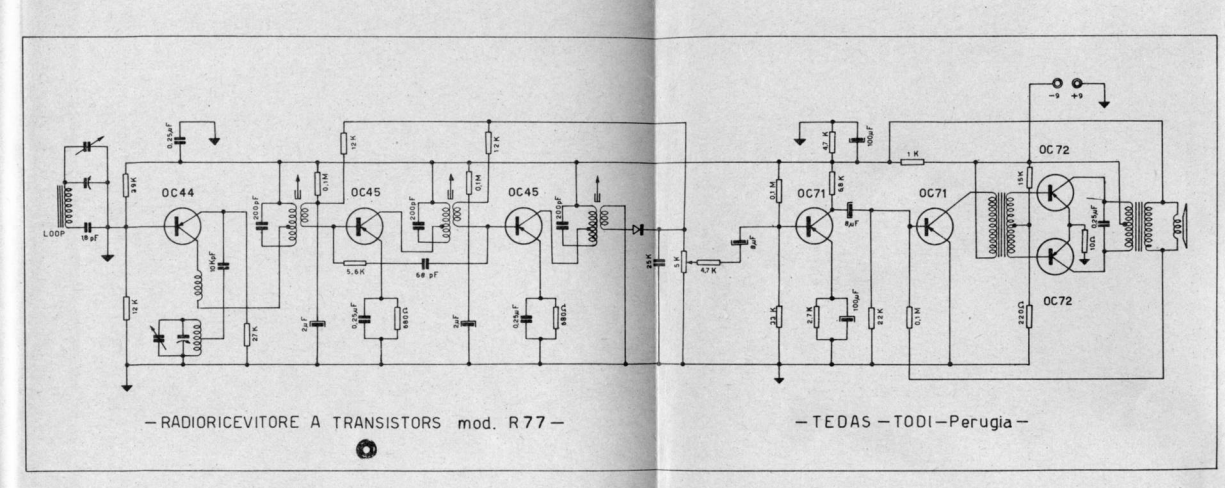
TRANSISTORE	B	E	C	TRANSISTORE	B	E	C
2N 371 (I)	1,15	1,05	8,65	2N 217 (IV)	1,2	1,1	7,5
2N 218 (II)	0,85	0,7	7	2x2N 217 (V, VI)	0,15	0,016	9,1
2N 218 (III)	1,6	1,5	8,75	LE MISURE SONO STATE ESEGUITE CON MOD. TIZET 50KOHMV Su scale 10V. 3V. 1V. 0,3V.			

Le tensioni segnate sono misurate con transistori inseriti in assenza di segnale con potenziometro di volume in pos. di minimo e riferite alla massa (tens. neg. ai piedini dei transistori)

ELEMENTO	CIRCUITO	SIMB.	TOLLER. %	TOLLER. indice
CONDENSATORE	A FIALA	F		25V
"	ELETTROLITICO	E	12V	3V
"	CERAMICO	C	±20	—
"	A MICA	M	±10	a
RESISTENZA		R	± 5	b
			± 2	c
DISSIP. RESISTIVA				1/2 w

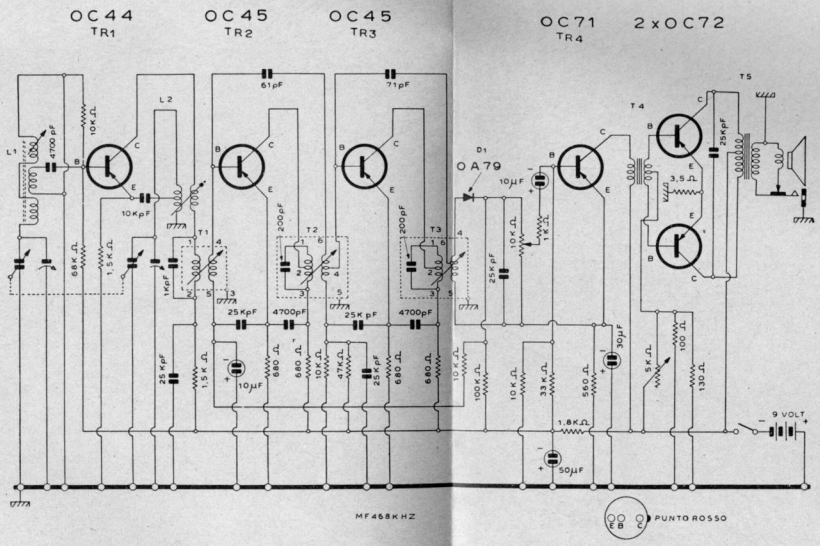
SIEMENS

RRT 8439



— RADIORICEVITORE A TRANSISTORS mod. R77 —

— TEDAS — TODI — Perugia —


OC44
TR1
OC45
TR2
OC45
TR3
OC71
TR4
2xOC72
L1
L2
T1
T2
T3
T4
T5
D1
OA79
4700 pF
10KΩ
10KpF
68KΩ
1.5KΩ
1KpF
25KpF
1.5KΩ
10μF
680Ω
680Ω
10KΩ
47KΩ
25KpF
680Ω
680Ω
61pF
71pF
200pF
200pF
25KpF
4700pF
25KpF
4700pF
10μF
10KΩ
1KΩ
25KpF
10KΩ
100KΩ
10KΩ
33KΩ
560Ω
1.8KΩ
50μF
30μF
3,5Ω
25KpF
5KΩ
100Ω
130Ω
9 VOLT
MF 468KHZ
E B C
PUNTO ROSSO

Unda

Mod. 61/2